TATHIANY SILVA PICHELLI

**Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na
inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Renata Mota Mamede
Carvalho

São Paulo

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Pichelli, Tathiany Silva
Impacto do treinamento auditivo com atividades
de escuta no ruído na inibição eferente das emissões
otoacústicas de escolares / Tathiany Silva
Pichelli. -- São Paulo, 2021.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.
Orientadora: Renata Mota Mamede de Carvalho.

Descritores: 1.Audição 2.Emissões otoacústicas
espontâneas 3.Transtornos da percepção auditiva
4.Estimulação acústica 5.Crianças 6.Reabilitação

USP/FM/DBD-014/21

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu Allan, por me dizer sempre que tem a certeza de ser minha alma gêmea e me fazer acreditar e andar num caminho de amor e prosperidade.

Agradecimentos

O caminho doutorado me fortaleceu e me fez alcançar muitos sonhos. Cresci em diversos âmbitos e posso dizer que meu coração está repleto de alegria, por poder fazer da palavra gratidão um de meus mantras. Por isso, plenamente, agradeço:

Primeiramente, agradeço a aquele que se foi e está, ao menos uma vez ao dia, em meus pensamentos: Pai, mais uma vitória! Com você aprendi a ser forte para superar grandes dificuldades. Aprendi a ser determinada para realizar meus sonhos. Aprendi que toda luta é válida, tem um propósito e semeia algo a nossa volta. Obrigada por todo o amor que você dedicou à minha mãe, a mim e à minha irmã. Obrigada por cada sacrifício para que eu pudesse chegar até aqui. Sigo sentindo sua falta, sigo sendo uma de suas partes. Você existe em mim em cada palavra, em cada gesto, em todas as derrotas e vitórias. Sou e sempre serei seu “nenezão”. Sou e sempre serei um dos seus laços eternos. Nosso amor ultrapassa essa existência.

À minha querida orientadora Prof^a Dr^a Renata Mota Mamede Carvalho, pessoa rara e brilhante, que compartilha seus conhecimentos de forma doce e serena. Sou privilegiada e grata pela convivência ao longo de todos esses anos. Obrigada por todo acolhimento em diversos momentos e por encher meu coração de carinho com seu sorriso e grande incentivo.

À Prof^a Dr^a Eliane Schochat, por todo o auxílio junto ao Prof Dr Frank Musiek, para que eu conseguisse realizar meu estágio no exterior, por todas as sugestões em meu exame de qualificação e por permitir a utilização do software PER.

Às fonoaudiólogas Prof^a Dr^a Marisa Frasson de Azevedo e Dr^a Ivone Ferreira Neves Lobo, pelas valiosas contribuições em meu exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Frank E. Musiek, por me receber em seu laboratório na *University of Arizona* e compartilhar comigo um pouco de seu vasto conhecimento, de maneira tão humilde e gentil.

À fonoaudióloga Dr^a Gabriela G. Sanches, por todas as sugestões em meu projeto e pelo grande e essencial auxílio no recrutamento e coleta de dados de meus pacientes.

A todos os companheiros que passaram, ao longo do meu período de doutorado, pelo LIF de Audição Humana, e compartilharam comigo momentos de descontração e aprendizado.

Às minhas grandes e tão amadas amigas Nidy, Gleide, Myrian, Camila e Jordana por serem tão especiais, me acolherem e aconselharem em momentos difíceis, apesar das distâncias físicas, por rirem comigo em momentos felizes e, principalmente, por me fazerem acreditar que verdadeiras amizades norteiam a vida de forma tão positiva.

À Fga Ms. Karenina Calarga, por sugerir e permitir a utilização do software PER nesta pesquisa, e pela amizade tão preciosa.

À minha grande rainha, vovó Zaulina, por me ensinar o verdadeiro sentido da bondade.

À minha tia Cida, primo-irmão Tárik e minha irmã Paula por ocuparem uma parte tão importante e sólida do meu coração.

À minha pequena Letícia, luz da minha vida, por fazer crescer em mim o amor incondicional que me move diariamente.

À minha mãe, Lourdes, por todo amor, por me ensinar a ter fé e plantar em mim a vontade pela busca por conhecimento.

Ao meu Allan, meu amor, meu marido, meu parceiro de vida, meu maior incentivador e apoiador. Obrigada por me ajudar a realizar meus sonhos e a construir uma família tão linda.

Às coordenadoras da Escola de Aplicação da USP, por permitirem a realização desta pesquisa em parte de seus alunos.

A todos os participantes e seus responsáveis, por comparecerem a cada sessão de atendimento, fazendo com que este trabalho se tornasse realidade.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

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

*“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”*

Paulo Freire

Esta tese está de acordo com as seguintes normas:

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

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

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

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	II
LISTA DE QUADROS	IV
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	V
RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO E TREINAMENTO AUDITIVO.....	5
3.2. VIA AUDITIVA EFERENTE: ANATOMIA, FISIOLOGIA E EIVE	10
4. MATERIAL E MÉTODO	20
4.1. CASUÍSTICA	20
4.2. MATERIAIS	22
4.3. PROCEDIMENTOS	24
4.3.1. Avaliação audiológica básica	25
4.3.2. Avaliação comportamental do processamento auditivo.....	26
4.3.3. Avaliação da função coclear e do efeito inibitório da via auditiva eferente.....	28
4.3.4. Etapa de treinamento auditivo.....	31
4.4. MÉTODO ESTATÍSTICO	33

5.	RESULTADOS.....	35
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	35
5.2.	ANÁLISE DAS EOA, EIVE E EIVE IN% NAS QUATRO AVALIAÇÕES EM ORELHA DIREITA E NAS AVALIAÇÕES INICIAL E FINAL EM ORELHA ESQUERDA.....	38
5.3.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL.....	43
5.4.	CORRELAÇÃO DA VARIAÇÃO DO EIVE% E DA VARIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS TESTES DO PAC DA AVALIAÇÃO INICIAL PARA A FINAL	49
6.	DISCUSSÃO	53
6.1.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	53
6.2.	ANÁLISE DAS EOA, EIVE E EIVE IN% NAS QUATRO AVALIAÇÕES EM ORELHA DIREITA E NAS AVALIAÇÕES INICIAL E FINAL EM ORELHA ESQUERDA.....	54
6.3.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL.....	57
6.4.	CORRELAÇÃO DA VARIAÇÃO DO EIVE% E DA VARIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS TESTES DO PAC DA AVALIAÇÃO INICIAL PARA A FINAL	62
6.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7.	CONCLUSÃO	67
8.	ANEXOS	68
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquematização da via auditiva eferente abordando sua anatomia, funções e formas de avaliação.....	13
Figura 2 Fluxograma da seleção dos pacientes	21
Figura 3 Descrição das etapas do estudo	22
Figura 4 Equipamento Echoport ILO 292 USB-II V6 analisador de emissões cocleares..	23
Figura 5 Exemplo de resultado de coleta da EOAT para avaliação da função coclear e EIVE utilizando o equipamento ILO V6.	30
Figura 6 Perfis individuais dos resultados obtidos no EIVE IN% em orelha direita.....	40
Figura 7 Perfil médio do EIVE IN % em OD e intervalos de confiança (95%) para as médias	41
Figura 8 Perfis individuais do EIVE IN% em orelha esquerda	42
Figura 9 Perfil médio do EIVE IN(%) na orelha esquerda e intervalos de confiança (95%) para as médias	43
Figura 10 Valores individuais e medianos obtidos no TPF e da diferença nas duas avaliações (final – inicial).....	44
Figura 11 Valores individuais e medianos dos resultados do teste GIN e da diferença nas duas avaliações (inicial-final)	45
Figura 12 Perfis médios da porcentagem no SSW nas avaliações inicial e final por orelha.....	47
Figura 13 Perfis médios da porcentagem no TFR nas avaliações inicial e final por orelha.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas na audiometria tonal para frequência e orelhas	36
Tabela 2	Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas no teste LRF por orelha	37
Tabela 3	Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas no teste IPRF por orelha.....	37
Tabela 4	Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas na timpanometria.....	37
Tabela 5	Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas na pesquisa do limiar do reflexo acústico	38
Tabela 6	Resultados da estatística descritiva da comparação das EOA nas condições com e sem ruído, EIVE e EIVE IN% nas quatro avaliações em orelha direita.....	39
Tabela 7	Resultados da estatística descritiva da comparação das EOA nas condições com e sem ruído, EIVE e EIVE IN% nas avaliações inicial e final em orelha esquerda.....	42
Tabela 8	Resultados da estatística descritiva da comparação do TPF nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial)....	44
Tabela 9	Resultados da estatística descritiva da comparação do teste GIN nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial).....	45
Tabela 10	Resultados da estatística descritiva da comparação do teste SSW nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial) por orelha.....	46
Tabela 11	Resultados da estatística descritiva da comparação do TFR nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial) por orelha.....	48

Tabela 12	Resultados da análise dos coeficientes de correlação de Spearman dos testes do PAC e o EIVE IN% em OD e OE.....	49
Tabela 13	Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no teste SSW em OD	50
Tabela 14	Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no teste SSW em OE	50
Tabela 15	Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no TFR em OD	51
Tabela 16	Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no TFR S/R +20 em OE	51
Tabela 17	Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no TPF	52
Tabela 18	Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no teste GIN	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Descrição das avaliações do estudo.....	25
Quadro 2	Critérios de normalidade para o teste SSW propostos por Pereira e Schochat (2011).....	27
Quadro 3	Critérios de normalidade propostos para o teste de padrão de frequência (Ballen, 2001)	27
Quadro 4	Critérios de normalidade para o teste GIN (Samelli, 2008)	28
Quadro 5	Distribuição dos dados	31
Quadro 6	Descrição das atividades do software PER	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μ Pa	Micropascal
AAA	<i>American Academy of Audiology</i>
AO	Ambas as Orelhas
ASHA	<i>American Speech-Language-Hearing Association</i>
CCE	Células Ciliadas Externas
CCI	células ciliadas internas
CR	Com Ruído
CV	consoante vogal
daPa/s	Decapascals por segundo
dB	Decibel
dBNA	Decibel Nível de Audição
dBNPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
dBNPS _{peq}	Decibel nível de pressão sonora pico equivalente
dBNS	Decibel Nível de Sensação
DC	Direita competitiva
DNC	Direita não competitiva
EC	Esquerda competitiva
EIVE	Efeito Inibitório da Via Auditiva Eferente
EIVE IN%	Índice Normalizado do Efeito Inibitório da Via Auditiva Eferente
ENC	Esquerda não competitiva
EOA	Emissões Otoacústicas
EOA CR	Emissões Otoacústicas Com Ruído Contralateral
EOA SR	Emissões Otoacústicas Sem Ruído Contralateral

EOAEF	Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Frequência
EOAT	Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
GIN	<i>Gaps in noise</i>
Hz	Hertz
IN	Índice Normalizado
kHz	Quilohertz
LACE	<i>Listening and Communication Enhancement</i>
LIFAH	Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Audição Humana
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
OLC	Olivococlear Lateral
OMC	Olivococlear Medial
PAC	Processamento Auditivo Central
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PER	Programa de Escuta no Ruído
RA	Reflexo acústico
S/R	Sinal/Ruído
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SNC	Sistema Nervoso Central
SOCM	Sistema Olivococlear Medial
SR	Sem ruído
SSW	Staggered Spondaic Word

TA	Treinamento Auditivo
TFR	Teste de fala com ruído
TPAC	Transtorno do Processamento Auditivo Central
TPF	Teste de padrão de frequência sonora

RESUMO

Pichelli TS. *Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2021

Introdução: Para funcionar perfeitamente, o sistema auditivo conta com vias auditivas aferentes e eferentes, que atuam de forma integrada. A ativação da via auditiva eferente, por meio de estimulação acústica contralateral, gera mudanças de respostas auditivas ao longo de todo o sistema. Estudos envolvendo a pesquisa do efeito inibitório da via eferente (EIVE) por meio das emissões otoacústicas (EOA) em crianças com transtorno do processamento auditivo central (TPAC) têm demonstrado que esta população possui um déficit no EIVE. Com base nesta premissa e diante da disponibilidade de um novo *software*, denominado de Programa de Escuta no Ruído (PER), que estimula a percepção de fala na presença de ruído, surgiu o interesse de investigar se há diferenças no EIVE quando comparadas diferentes etapas de um programa de TA.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi verificar o efeito do treinamento auditivo com o uso do Programa de Escuta no Ruído (PER) na variação das respostas auditivas em escolares com TPAC.

Método: A casuística foi composta por 15 crianças com TPAC (de ambos os gêneros e com idades entre 8 e 11 anos) que participaram das cinco etapas a seguir: (1) avaliação comportamental do processamento auditivo (central), pesquisa das EOA e do índice normatizado do EIVE (EIVE IN%); (2) 8 semanas sem intervenção; (3) 8 sessões de TA com utilização do *software* PER (nesta etapa ocorreu pesquisa do EIVE IN% antes do início da primeira sessão (avaliação 1) e imediatamente após à última sessão de TA (avaliação 2); (4) 8 semanas sem intervenção; (5) Avaliação final: reavaliação comportamental do processamento auditivo (central) e pesquisa do EIVE IN%.

Resultados: Foi observado diminuição do valor médio do EIVE IN% no decorrer das avaliações nas orelhas direita e esquerda. Os testes de avaliação do PAC apresentaram melhoras após a intervenção, sendo observada diferença estatística em todos os testes realizados. A correlação dos testes de

PAC e do EIVE IN% indicaram que maiores valores nos testes de PAC estão associados a menores valores de EIVE IN%. **Conclusão:** O TA realizado com software PER foi eficaz para aprimorar as habilidades auditivas avaliadas. No entanto, as mudanças observadas no EIVE IN% não podem ser atribuídas aos efeitos do treinamento auditivo.

Descritores: Audição; Emissões otoacústicas espontâneas; Transtornos da percepção auditiva; Estimulação acústica; Criança; Reabilitação.

ABSTRACT

Pichelli TS. *Impact of auditory training with listening-in-noise activities on the efferent inhibition of otoacoustic emissions in schoolchildren* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2021.

Introduction: For its perfect functioning, the auditory system relies on afferent and efferent auditory pathways, that work in an integrated form. Activating the efferent auditory pathway through contralateral acoustic stimulation produces changes in auditory responses throughout the entire auditory system. Studies involving the research of medial olivocochlear reflex (MOC reflex), using otoacoustic emissions (OAE) in children with central auditory processing disorder (CAPD), showed a deficit in MOC reflex in this population. Based on this premise and considering the availability of new software called *Programa de Escuta no Ruído* (Listening in Noise Program) (PER), which stimulates speech in noise perception, emerged the interest in investigating whether there are differences in MOC reflex when comparing different stages of an AT program. **Purpose:** The purpose of this study was investigating the effects of auditory training (AT) using PER software in the variation of auditory responses on schoolchildren with CAPD. **Method:** The sample consisted of 15 children diagnosed with CAPD (both genders and aged between 8 and 11 years old) who participated in the five following steps: (1) behavioral assessment of central auditory processing, research of the OAE and normalized index of the MOC reflex (NI MOC reflex%); (2) 8 weeks without intervention; and (3) 8 AT sessions using PER software (stage in which NI MOC reflex % was researched before the beginning of the first session (evaluation 1) and immediately after the last AT session (evaluation 2)); (4) 8 weeks without intervention; and (5) final evaluation: behavioral reassessment of central auditory processing and research by NI MOC reflex%. **Results:** The results showed a decrease in the medium value of the NI MOC reflex% during the evaluations in the right and left ears. The central auditory processing (CAP) evaluation tests results' showed improvements after the intervention, with a statistical difference observed in all tests performed. The

correlation between CAP tests and NI MOC reflex% indicated that higher values in CAP tests are associated with lower values of NI MOC reflex%. **Conclusion:** AT performed with PER software was effective for improving the evaluated auditory skills. However, changes observed in NI MOC reflex % cannot be credited to the effects of AT.

Descriptors: Hearing; Otoacoustic emissions, spontaneous; Auditory perception disorders; Acoustic stimulation; Child; Rehabilitation.

1. INTRODUÇÃO

O sistema auditivo, para funcionar perfeitamente, além de contar com todas as estruturas das orelhas externa, média e interna, conta com vias auditivas aferentes e eferentes que atuam de forma integrada. A via auditiva eferente possui conexões desde o córtex até as estruturas mais periféricas. À via auditiva eferente têm sido atribuídas as funções de proteção coclear contra sons de elevada intensidade, melhora da detecção do sinal na presença de ruído competitivo (melhorando, portanto, a discriminação de fala), melhora da atenção auditiva e melhora na resolução de frequência (Guinan, 2006; Lichtenhan et al., 2016; Guinan, 2018).

A ativação da via auditiva eferente por meio de estimulação acústica contralateral e seu efeito ao longo do sistema auditivo têm sido objeto de estudo de diversos pesquisadores na busca de uma ferramenta clínica que contribua para o maior conhecimento da função auditiva. De acordo com a literatura, durante a realização de testes auditivos, a introdução de estímulo simultâneo na orelha contralateral gera um efeito inibitório das respostas auditivas, podendo reduzir a amplitude das emissões otoacústicas (EOA) e dos potenciais evocados auditivos (PEA) (Salo et al., 2003; Sanches e Carvalho, 2006; de Boer e Thornton, 2008; Durante e Carvalho 2008; Matas et al., 2010; Schochat et al., 2012). Nas medidas de imitância acústica, quando houve a ativação da via eferente, por meio de ruído branco contralateral, observou-se aumento do limiar dos reflexos acústicos (Amaral e Carvalho, 2008) e nas repostas da reflectância acústica (Pichelli et al., 2015).

Estudos envolvendo a pesquisa do efeito inibitório da via auditiva eferente (EIVE) por meio das EOA em crianças com transtorno do processamento auditivo central (TPAC) têm demonstrado um déficit significativamente maior no grupo com TPAC quando comparado com o grupo controle. Os estudos apontaram que os indivíduos com redução do EIVE também apresentaram maior dificuldade de escuta no ruído (Muchnik et al., 2004; Sanches e Carvalho, 2006; Burgueti e Carvalho, 2008; Mishra, 2014).

Considerando-se o papel da via eferente no processamento do sinal acústico, um programa de treinamento auditivo (TA) desenvolvido para estimular tal função poderia trazer um maior benefício auditivo aos escolares com TPAC.

O TA promove uma reorganização neuronal do sistema auditivo e das conexões com outros sistemas sensoriais a ele relacionados, causando uma consequente melhora das habilidades auditivas prejudicadas (Chermak e Musiek, 1997, Musiek e Schochat, 1998, Musiek et al., 2002, Chermak, 2004, Fujioka et al., 2006; Gaab et al., 2006; Musiek et al., 2007; Anderson e Kraus, 2010; Song et al., 2012).

Diversas pesquisas tiveram como base avaliar e reavaliar indivíduos inseridos em programas de TA. Estes estudos apontaram mudanças nos resultados dos testes aplicados pré e pós intervenção, indicando melhoras nos testes comportamentais e mudanças nos padrões de respostas dos potenciais auditivos de curta, média e longa latência. (Jirsa e Contlz, 1990; Chermak e Musiek, 1997; Kozlowski et al., 2004; Alonso e Schochat, 2009; Włodarczyk et al., 2011; Morais et al., 2015). No entanto, a literatura abordando especificamente o impacto do TA na pesquisa do EIVE é escassa.

O uso de *softwares* para treinamento auditivo tem se mostrado eficaz na intervenção terapêutica para a melhoria das habilidades auditivas prejudicadas (Miller et al., 2007; Murphy, 2008; Oba et al., 2011; Balen e Silva, 2015). Embora haja *softwares* disponíveis que possam ser utilizados em treino auditivo para falantes de língua portuguesa, poucos têm a vantagem de terem sido desenvolvidos utilizando o ruído denominado *cafeteria noise*. O uso deste componente configura-se como ferramenta diferenciada para o treino de habilidades linguísticas e não-linguísticas.

Com base nesta premissa Calarga (2016), traduziu e adaptou para o português um *software* canadense, denominado Programa de Escuta no Ruído (PER), que tem como objetivo estimular as habilidades de percepção de fala no ruído, no qual notou-se efetividade na estimulação das habilidades de fechamento auditivo e atenção auditiva sustentada; funções estas que têm sido atribuídas ao sistema auditivo eferente.

Diante dessa nova ferramenta, e levando-se em consideração os dados limitados sobre a relação entre o sistema olivococlear medial (SOCM) e as

dificuldades de percepção de fala no ruído em escolares com TPAC, surgiu a pergunta: as mudanças provocadas pelo TA seriam capazes de influenciar as medidas de EOA relacionadas ao EIVE?

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Verificar o efeito do treinamento auditivo com o uso do *software* PER na variação das respostas auditivas em escolares nas etapas pré e pós TA.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar e comparar a variação do EIVE nas avaliações inicial, 1, 2 e final do programa de TA.
- Verificar e comparar os efeitos do TA nas respostas dos testes comportamentais de processamento auditivo central (PAC) nas etapas inicial e final.
- Verificar correlação entre EIVE e o desempenho nos testes comportamentais de PAC pré e pós TA.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados inicialmente os conceitos de percepção de fala no ruído e sua relação com o TPAC e TA. Após, para fundamentar e estruturar este estudo, será abordada a via auditiva eferente, considerando sua anatomia, fisiologia e EIVE. Os conceitos seguiram o encadeamento de ideias, e não necessariamente a ordem cronológica das pesquisas realizadas em cada uma das áreas.

3.1. Transtorno do processamento auditivo e treinamento auditivo

O sistema nervoso auditivo central (SNAC) é composto por vários neurônios e estruturas interconectadas via *bottom-up* (ascendente) e *top-down* (descendente). A informação acústica é processada simultaneamente por dois mecanismos: o *bottom-up* (responsável pela extração das características físicas do sinal acústico) e o *top-down* (responsável pela compreensão e reconhecimento dos estímulos). Enquanto o mecanismo *bottom-up* exige exclusivamente funções sensórias, neste caso a auditiva, o mecanismo *top-down* envolve a modulação de funções cognitivas (memória e atenção) e linguísticas (consciência fonológica) na percepção auditiva (Moore, 2012; Shuai e Gong, 2014).

O estudo de Luo et al. (2008) sugeriu um papel importante para as vias de feedback (*top-down*) no ajuste fino do sinal auditivo nos estágios iniciais do processamento auditivo. Esses autores abordam três princípios importantes do caminho do som no feedback *top-down*: a) o feedback é iniciado por estruturas de nível superior (isto é, córtex), b) as vias eferentes carregam esta informação para estruturas de nível inferior (como o tronco encefálico) e c) a seletividade surge nos estágios iniciais do PAC. Essa seletividade é importante para as estruturas auditivas mais altas para distinguir a informação alvo de detalhes irrelevantes.

Apesar de apresentarem bom desempenho na maioria das situações que envolvem entendimento de fala na presença de ruído competitivo, indivíduos

com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade podem ter extrema dificuldade de compreensão (Ziegler et al., 2009; Howard et al., 2010; Becker et al., 2011; Schafer et al., 2013). Essas dificuldades podem ser provenientes de um déficit no processamento da informação auditiva (ASHA, 2005, Frota e Pereira, 2010).

O PAC refere-se aos processos envolvidos na detecção e interpretação de eventos sonoros desde a orelha externa até o córtex auditivo numa tarefa complexa do SNAC. São mecanismos e processos do SNAC responsáveis por comportamentos de localização e lateralização sonora; discriminação auditiva; reconhecimento de padrões auditivos; aspectos temporais da audição como resolução, mascaramento, integração e ordenação temporal; desempenho auditivo na presença de sinais acústicos distorcidos ou sinais acústicos competitivos (ASHA, 2005). Em síntese, é a utilização efetiva da informação auditiva, ou seja, o que o ser humano faz com o que ouve. O PAC está nas atividades mais complexas de audição do SNAC, como a supressão do ruído de fundo a fim de colocar o som da fala em primeiro plano e poder compreender a mensagem (Katz e Tillery, 1997; Jerger e Musiek, 2000; Ludwig et al., 2014; De Wit et al., 2016).

O TPAC pode ser definido como uma disfunção do PAC que contribui para que haja dificuldades de processar as informações auditivas, prejudicando as habilidades de escuta quando estas desempenham um papel principal. Esta condição, afeta diversas populações e pode estar relacionada a diversas causas, como atraso maturacional das vias auditivas, anomalias neuroanatômicas ou lesão neurológica (Weihsing et al., 2015; Chermak et al., 2017).

Três momentos distintos acerca do PAC devem ser destacados: 1) Segundo a *American Speech-Language – Hearing Association* (ASHA) (1996), quando uma ou mais habilidades auditivas responsáveis pela interpretação da mensagem e, conseqüentemente, pela atribuição de significado estão alteradas, está-se diante de um TPAC. Neste sentido, o TPAC se refere a qualquer deficiência observada em um ou mais comportamentos relacionados aos mecanismos do PAC; 2) Quase 10 anos depois, a ASHA (2005) define o TPAC como dificuldades no processamento perceptual da informação auditiva no sistema nervoso central (SNC) e na atividade neurobiológica que embasa este

processamento; 3) Em termos práticos, de acordo com a *American Academy of Audiology* (AAA) (2010), a atual recomendação para diagnosticar o transtorno do PAC pressupõe que os resultados estejam 2 desvios padrão abaixo da média esperada em ao menos uma orelha, no mínimo em dois dos testes aplicados.

Os pesquisadores Chermak et al. (2017) publicaram um guia prático com o intuito de proporcionar aos audiologistas estratégias para minimizar variáveis como linguagem e cognição para assim realizar um diagnóstico preciso de TPAC. O diagnóstico diferencial é extremamente importante e pode ser bastante desafiador. Distinguir entre duas ou mais condições que apresentem sintomas semelhantes requer avaliação abrangente e multidisciplinar. Para assegurar intervenções apropriadas, o audiologista deve ser o membro da equipe multidisciplinar responsável por determinar se existe um componente auditivo para outros déficits presentes ou se a condição é responsável pelos sintomas observados em outro. A escolha dos testes deve ser guiada tanto pelos sintomas do indivíduo, conforme estabelecido em uma anamnese detalhada, histórico de caso, idade do indivíduo e idioma primário, e pelos déficits específicos relatados para ser associado com apresentações clínicas específicas. Sabendo quais testes estão disponíveis, seus pontos fortes e limitações, os processos avaliados, as demandas para realizar cada tarefa, as áreas do SNAC para as quais cada teste é mais sensível, será possível fornecer ao audiologista instrumentos tangíveis para auxiliar que o profissional seja crítico e realize um processo de diagnóstico diferencial.

Quando identificado um TPAC, um plano de tratamento bem-sucedido deve incorporar diversas abordagens. Estas abordagens incluem modificações ambientais, utilização de dispositivos de escuta assistida (com por exemplo o sistema FM), desenvolvimento de estratégias compensatórias e metalinguísticas, prestação de serviços para as comorbidades existentes e TA (AAA, 2015). A última dessas abordagens, o TA, relaciona-se com o déficit do processamento auditivo central mais diretamente, tentando melhorar a função das habilidades auditivas afetadas. (Weihsing et al., 2015)

Musiek et al. (2007) definem o TA como um conjunto de condições e/ou tarefas designadas para a ativação do sistema auditivo e dos sistemas

associados, para que haja alterações benéficas no comportamento auditivo e no SNAC.

A base para o TA está em uma capacidade intrínseca do nosso sistema nervoso central (SNC) que é a de se adaptar à novas condições ambientais, ou seja, na plasticidade cerebral. Esta capacidade pode ser observada a partir de mudanças neurofisiológicas que ocorrem por meio da experiência ou após traumas que afetam o SNC. Diversas pesquisas apontam que o funcionamento do córtex auditivo pode ser alterado a partir de treinamento (Musiek e Berge, 1998; Kraus, 1999; Warrier et al., 2004; Russo et al., 2005; Alonso e Schochat, 2009; Song et al. 2012; Morais et al., 2015). O TA aperfeiçoa os circuitos neurais, pois há aumento do número de conexões sinápticas e mudança no tempo de sincronia neural (Musiek et al., 2002; Fujioka et al., 2006; Gaab et al., 2006; Anderson e Kraus, 2010; Song et al., 2012).

Moore e Amitay (2007) definem a aprendizagem auditiva como qualquer mudança em uma habilidade auditiva do ouvinte ao executar uma tarefa auditiva por meio de experiência observada ou conhecida. Para estes autores, o TA descreve a natureza da experiência que conduz à aprendizagem. Eles ainda acreditam que o TA tem o potencial de revolucionar a prática profissional em audiologia e alterações de fala e linguagem. Em seus estudos, estes autores se surpreenderam com a generalização que ocorre com o TA. Para eles, embora uma parcela do treinamento seja específica ao estímulo treinado, ocorre também transferência substancial entre os estímulos.

O TA pode ser realizado de maneira acusticamente controlada utilizando-se cabine acústica e/ou por meio de *softwares*. O uso de *softwares* específicos apresenta benefício favorável, pois podem ser utilizados não apenas durante as sessões, mas também em ambientes como o domiciliar e o escolar. Seus recursos lúdicos e de feedback instantâneo incentivam o engajamento e motivação para a continuidade das tarefas (Ballen e Silva, 2015).

Germano e Capellini (2008) realizaram estudo 10 crianças com dislexia e 10 crianças consideradas boas leitoras para verificar o impacto de um programa de remediação auditivo visual computadorizado. Os grupos foram subdivididos para comparação e os participantes realizaram 13 sessões de TA com o *software Play on* duas vezes por semana com duração de 40 minutos. Os autores

concluíram que o TA com *software* foi eficaz devido à melhora das habilidades auditivas e fonológicas dos escolares com dislexia do desenvolvimento e também para os bons leitores.

Song et al. (2012) investigaram as melhorias relacionadas ao treinamento de escuta no ruído e os mecanismos biológicos as medeiam. Foram avaliados 60 sujeitos com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade, dos quais 28 realizaram TA doméstico e 32 não realizaram nenhum tipo de intervenção. O treinamento consistiu em 20 sessões com duração de 30 minutos, realizados cinco vezes por semana durante 4 semanas. A ferramenta utilizada foi o *software Listening and Communication Enhancement* (LACE), que oferece três tipos de categorias de treino: compreensão de fala degradada, habilidades cognitivas e estratégias de comunicação. Para mensurar os efeitos do TA todos os participantes foram avaliados por meio de potenciais auditivos de tronco encefálico (PEATE) com fala no silêncio e na presença de ruído *multitalker*, além de testes de percepção de fala no ruído. Os sujeitos que não foram submetidos ao treinamento foram testados em intervalos equivalentes aos treinados. Os indivíduos treinados exibiram melhorias significativas na percepção de fala no ruído que foram retidas pelos 6 meses seguintes. As respostas subcorticais no ruído demonstraram aprimoramentos relacionados ao treinamento na codificação de pistas relacionadas ao *pitch*. Os sujeitos do grupo controle não exibiram alterações neurofisiológicas nem perceptuais. Esses resultados e fornecem um avanço conceitual importante para a compreensão do tipo de experiências de treinamento que podem influenciar o processamento sensorial na idade adulta.

Melo et al. (2016) investigaram os efeitos do treinamento auditivo computadorizado em crianças com TPAC e sistema fonológico típico e atípico por meio da análise do desempenho em testes comportamentais e da Escala de Funcionamento Auditivo. A intervenção terapêutica foi realizada por meio do *software* Escuta Ativa em 12 sessões (duas vezes por semana com duração de 30 minutos cada). As autoras concluíram que o TA realizado com *software* foi eficaz para melhorar as habilidades auditivas que se encontravam prejudicadas.

Calarga (2016) traduziu e adaptou o *software* canadense de TA *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* para o português e verificou sua efetividade em escolares

brasileiros por meio do desempenho em testes auditivos, cognitivos e linguísticos. A versão brasileira do software foi denominada PER, criada após processos de tradução, adaptação, gravação, mixagem e programação dos estímulos. Para que sua efetividade fosse investigada, foi realizada análise de desempenho pré e pós TA entre dois grupos por meio dos testes fala comprimida, consciência fonológica, leitura de pseudopalavras, compreensão auditiva de textos, span de dígitos e atenção auditiva sustentada.

Brasil e Schochat (2018) utilizaram o *software* PER com o intuito de verificar o impacto que um programa de TA utilizando esta ferramenta produziria em escolares com TPA e baixo desempenho escolar. Os 18 escolares, com idade entre 8 e 10 anos, que participaram do estudo realizaram as seguintes etapas: a) avaliação 1, composta por avaliação pré intervenção; b) avaliação 2, composta por treino placebo e reavaliação do PAC; c) avaliação 3, composta por TA e reavaliação pós intervenção. Os resultados apontaram que não houve diferenças entre as avaliações 1 e 2. Houve diferença estatisticamente significativa nas condições pré e pós TA nas habilidades auditivas de fechamento, figura-fundo para sons linguísticos, figura-fundo para sons verbais e associação de estímulos auditivos e visuais e ordenação temporal e transferência inter-hemisférica. A avaliação pós treinamento ainda evidenciou diferença estatística nas habilidades escolares, observando-se melhora nas habilidades de leitura, escrita e aritmética. As autoras concluíram que o software PER apresentou eficácia no TA da população estudada.

3.2. Via auditiva eferente: anatomia, fisiologia e EIVE

Integração. Esta palavra pode ser definida para resumir grande parte da base de funcionamento do corpo humano. Com nosso sistema auditivo, não poderia ser diferente. Para haver audição estruturas desde as mais centrais no córtex até as extremidades mais periféricas devem atuar precisa e integradamente. A organização neuronal auditiva se dirige do córtex cerebral ou de outras estruturas em níveis superiores à cóclea para o órgão espiral. Dos neurônios eferentes, três sistemas são destacados: 1) trato olivococlear, que envia fibras para o órgão espiral, 2) neurônios motores dos músculos da orelha

média e 3) fibras simpáticas (Bonaldi et al., 1997; Sahley et al., 1997; Hill et al., 1997; Bruel et al., 2001; Hood e Berlin, 2001; Guinan, 2006; Guinan, 2010; Guinan, 2014; Lichtenhan et al., 2016; Guinan, 2018).

Existem dois tipos de feixe olivococlear eferente: o lateral (OCL) e o medial (OCM). O feixe medial, possui fibras grossas, mielinizadas e são originadas da parte medial do complexo olivar superior, e em ambos os lados, se projeta ipsi e contralateralmente através do nervo vestibular, até a cóclea, onde inerva as células ciliadas externas (CCE). O feixe medial possui fibras finas, não mielinizadas, ipsilaterais e se projeta da região lateral do Complexo Olivar Superior lateral até as células ciliadas internas (Rasmussen, 1946, Guinan, 2018).

Os feixes OCL E OCM são ambos inervados por neurônios que recebem inervação auditiva e são as vias finas do caminho do reflexo acústico. No entanto, o reflexo OCM é melhor compreendido e descrito (Breuel et al., 2001).

Para o entendimento dos reflexos acústicos (RA) ipsi e contralaterais, será descrito a seguir o caminho percorrido ao estimular acusticamente a orelha direita (Guinan, 2006):

Reflexo ipsilateral

- 1) O som chega a cóclea direita e excita as fibras do nervo auditivo, que recebem inervação eferente reflexa dos interneurônios do núcleo coclear póstero ventral
- 2) Os axônios do núcleo coclear atravessam o tronco encefálico para inervar os neurônios do feixe OCM do lado contralateral (esquerdo)
- 3) Os neurônios contralaterais projetados para a cóclea direita atravessam o feixe olivococlear para completar o caminho da via do reflexo ipsilateral direito.

Reflexo Contralateral

- 1) O som chega à cóclea direita. O nervo auditivo contralateral inerva os reflexos interneuronais no núcleo coclear posteroventral contralateral.
- 2) Os axônios desses interneuronios atravessam o tronco encefálico e inervam os neurônios do OCM ipsilaterais (lado direito).

- 3) Os neurônios do feixe OCM se projetam para a cóclea ipsilateral através do feixe olivococlear não cruzado para completar o caminho da via do reflexo contralateral.

A via contralateral do reflexo acústico cruza o corpo trapezóide e usa fibras não cruzadas. Em contraste, a via do reflexo ipsilateral é duplo cruzado com os cruzamentos do corpo trapezóide e nas fibras do OCM cruzadas.

As principais funções da via auditiva eferente são: a) diminuição da amplitude dos movimentos da membrana tectória, alterando assim a estimulação das células ciliadas internas (CCI); b) proteção contra a ação lesiva a altos níveis de pressão sonora; e c) ampliação da capacidade de localização sonora. Este mesmo sistema ao diminuir a sensibilidade dos neurônios aferentes quando expostos a níveis elevados de pressão sonora, pode aumentar sua sensibilidade à fala, por exemplo, quando na presença de ruído competitivo, facilitando desta maneira discriminação e compreensão de fala (Rajan, 1990; Hill et al., 2001, Micheyl e Collet, 1996; Giraud et al., 1997, Breuel et al., 2001, Burguetti e Carvalho, 2008; Guinan, 2014). O mecanismo coclear ativo amplifica as respostas aos sons de baixa intensidade, comprime o intervalo de entrada intensidades sonoras para uma faixa de saída menor, e aumenta a seletividade da frequência coclear. O ganho do mecanismo ativo pode ser modulado pelo sistema OCM, criando a possibilidade de controle *top down* no primeiro nível de processamento auditivo (Fletcher et al., 2016).

As vias auditivas eferentes podem ser ativadas por meio de estímulos elétricos e acústicos em animais, enquanto que em seres humanos, esta ativação é possível por meio de dois métodos objetivos e não invasivos como a pesquisa dos reflexos acústicos e coleta do EIVE, quando utilizado ruído contralateral no registro das EOA (Durante e Carvalho, 2006, Durante e Carvalho, 2008, Burguetti e Carvalho, 2008; Garinis et al., 2011; Jesus et al., 2016).

Figura 1 Esquematisação da via auditiva eferente abordando sua anatomia, funções e formas de avaliação

O EIVE é caracterizado pela redução da amplitude de resposta ou alterações de latência e fase da resposta das EOA na presença de ruído. Este efeito ocorre devido à ação do sistema eferente OCM, que atua como um modulador, ajustando o processo ativo da cóclea, através de contrações lentas das CCE, atenuando as contrações rápidas. Tal ajuste é mediado por neurotransmissores tais como a Acetilcolina e Adenosina Trifosfato. (Guinan, 2006; Guinan, 2018).

A pesquisa do EIVE fornece informações importantes sobre o funcionamento do sistema eferente e a interação entre as vias aferentes e eferentes, podendo ser de grande valia para o diagnóstico audiológico. Seus efeitos têm sido observados do centro (Schochat et al., 2012) à periferia do sistema auditivo (Burgueti e Carvallo, 2008; Pichelli et al., 2015).

Burgueti e Carvallo (2008) estudaram a atividade do sistema auditivo eferente por meio do EIVE das EOA, utilizando estímulo clique e “*tone burst*”, e da sensibilização do RA em indivíduos com alteração do processamento auditivo, encontrando valores reduzidos de EIVE das EOA e aumentados na sensibilização do RA nesta população. Ainda neste estudo, foi evidenciado que a pesquisa do RA pode ser efetuada por estimulação no lado contra ou ipsilateral à orelha avaliada. A estimulação ipsilateral conta com a apresentação do

estímulo (sinal ativador) e a captação do reflexo na mesma orelha. A presença de outro sinal (estímulo supressor ou mascarante) aplicado na orelha contralateral permite analisar o EIVE no padrão de latência do RA. Por meio deste procedimento é possível a análise da diferença na admitância do sistema da orelha média, entre as condições sem e com o estímulo supressor.

Pichelli et al. (2015) verificaram o EIVE por meio da estimulação contralateral nas medidas de reflectância acústica em 30 adultos com audição normal. O ruído competitivo foi ajustado a 30 dBNA acima do limiar de audibilidade para o estímulo *white noise*. Os resultados indicaram diferença estatística na frequência de 2kHz em orelha direita (OD), nas três condições avaliadas (teste, reteste e teste na presença de ruído contralateral). Esta consistência de efeito permitiu concluir que a ativação da via auditiva eferente por meio da estimulação acústica contralateral produz mudanças nos padrões de respostas da reflectância acústica, aumentando a reflexão do som e, modificando a transferência de energia sonora da orelha média.

Schochat et al. (2012) verificaram os efeitos da estimulação contralateral por ruído branco nas medidas de EOA e PEA de curta, média e longa latência. Participaram do estudo adultos com audição normal e idade entre 18 e 30 anos de ambos os sexos. Para que fosse realizado o cálculo da efetividade da estimulação contralateral, as autoras utilizaram um índice normalizado, pois as respostas para cada um dos procedimentos foram obtidas em diferentes escalas. Este método consistiu na subtração dos valores das respostas obtidas nas condições sem e com ruído contralateral, sendo divididas pelo valor da resposta sem ruído e após multiplicada por 100, sendo possível, desta forma, a obtenção do valor percentual. Os resultados evidenciaram que houve diminuição significativa da amplitude das EOA enquanto nos PEA as latências foram aumentadas e a amplitude foi diminuída quando houve estimulação acústica contralateral. As autoras concluíram que a maioria dos indivíduos apresentaram respostas diferentes entre as condições (com e sem ruído) em todos os testes, sugerindo que o sistema eferente age em diversas porções do sistema auditivo.

A atividade do trato OCM é de particular interesse no estudo da população com TPAC, pois a cóclea realiza um processamento de sinal substancial, crucial para a percepção da fala. O reflexo OCM inibe a resposta do ruído de fundo,

restaurando parcialmente a capacidade de amplificação do sinal alvo, sendo esta função denominada de *unmasking* (Guinan, 2006). O ajuste coclear está diretamente relacionado à seletividade de frequência e capacidade de processamento temporal e, portanto, é importante para uma boa discriminação da fala, especialmente no ruído. O comprometimento da sincronia coclear provoca aumento no mascaramento e reduz a supressão, o que pode, por sua vez, reduzir os contrastes entre os sons da fala e afetar sua percepção. Alguns estudos relataram que a função de *unmasking* do sistema eferente é reduzida em indivíduos com TPAC (Muchnik, 2004; Guinan, 2006; Garinis et al., 2011; Boothalingam et al., 2015).

Muchnik et al. (2004) estudaram o EIVE das emissões otoacústicas por transientes (EOAT) com estímulo contralateral em um grupo de 15 crianças, de 8 a 13 anos, com alteração do processamento auditivo associado com dificuldade de aprendizado, comparando com 15 crianças do grupo controle pareadas por gênero e idade. Foi observada uma redução significativa do EIVE no grupo de crianças com TPAC, quando comparado ao grupo controle. Este resultado pode explicar a dificuldade destas crianças na habilidade de ouvir na presença de ruído de fundo.

Sanches e Carvallo (2006) estudaram a estimulação contralateral das EOAT utilizando estímulo linear e não linear, em crianças com TPAC. Os resultados demonstraram que, independentemente da modalidade de estímulo utilizado, a proporção de ausência de EIVE foi maior para as crianças com TPAC quando comparado ao grupo controle, sugerindo que a eficiência EIVE encontra-se reduzido nesta população. As autoras concluíram que a coleta do EIVE é uma ferramenta adicional na avaliação da via auditiva eferente em crianças com TPA.

De Boer e Thornton (2008) investigaram o envolvimento do feixe OCM quando realizado TA. A atividade do feixe OCM foi monitorada durante os cinco dias consecutivos de TA (com duração de 1 hora cada), em um teste de discriminação de consoante-vogal (CV) na presença de ruído. Participaram do estudo 24 mulheres, com média de idade de 22 anos, sendo que 16 realizaram treino auditivo e 8 não. Das 16 mulheres que realizaram TA, 8 tiveram apenas a tarefa de discriminar entre /bee/ e /dee/, na presença de ruído ipsilateral em diferentes graus de dificuldade e as outras 8, além do teste, foram ainda

expostas a ruído contralateral. Os autores verificaram que os indivíduos que apresentaram melhora significativa na tarefa exigida pelo teste ao longo do treino, foram os que inicialmente apresentaram também menor atividade do feixe OCM em relação aos indivíduos que não melhoraram ou melhoraram pouco sua performance. Além disso, as participantes que mais apresentaram melhora de desempenho, foram também as que apresentaram maior aumento da atividade do feixe OCM, enquanto que as participantes que não modificaram o desempenho, também não apresentaram mudança de atividade do feixe OCM.

De Boer et al (2012) avaliaram 24 adultos com audição normal com o objetivo de correlacionar o EIVE com o processamento de fala no ruído. Cada indivíduo foi submetido aos experimentos: 1) avaliação de percepção de fala no ruído, avaliado por meio do teste CV, em que a tarefa consistia na discriminação da sílaba /da/ e /ga/ na presença de ruído de fundo; 2) avaliação do EIVE por meio das EOAT quando realizada estimulação acústica com ruído contralateral; 3) avaliação dos PEATE para cliques e para a sílaba /da/, nas condições com e sem ruído mascarante nas relações sinal/ ruído (S/R) de 10 e 20 dB. Durante as medições das EOAT e PEATE, os participantes assistiram um filme mudo com legendas para se manter alerta. Os resultados, em relação as EOA, foram contrários à hipótese relatada por Guinan 2006, pois os autores encontraram maiores valores de EIVE nos indivíduos que tiveram menor desempenho no teste CV com presença de mascaramento.

Tokgoz-Yilmaz et al. (2013), com o intuito de investigar a relação entre indivíduos com e sem queixa de percepção de fala no ruído e o EIVE, avaliaram 69 adultos com audição normal. Para tanto, foi realizada a coleta das EOAT sem e com a presença de estimulação contralateral e um teste de reconhecimento de fala no ruído com relação S/R +10 dB. Os sujeitos foram divididos em dois grupos por meio de questionário que continham perguntas sobre escuta em ambientes ruidosos. Os resultados apontaram que os escores no teste de reconhecimento de fala foram menores nos sujeitos com queixa de compreensão de fala no ruído. Em relação ao EIVE os maiores valores foram encontrados em OD e estiveram associados a melhores níveis de resposta no teste de fala. Em vista dos achados obtidos neste estudo, foi concluído que a queixa de compreensão de fala no ruído pode estar relacionada a uma disfunção do sistema auditivo eferente.

Smith e Cone (2015) com a finalidade de determinar se a escuta ativa modula a força do reflexo OCM, avaliaram 15 crianças com idade variando entre 8 e 14 anos. Foi realizada coleta de EOAT em OD inicialmente em silêncio e em quatro condições de escuta ativa. Na condição de apenas ruído, os ouvintes foram solicitados a permanecer parados durante a aquisição das EOA. Nas condições de escuta ativa (Controle, *Easy* e *Hard Stroop*), os ouvintes foram solicitados a responder às palavras incorporadas a estimulação contralateral usando um teclado. As palavras para as condições *Easy* e *Hard Stroop* eram idênticas; apenas as instruções para cada tarefa diferiam e a ordem das palavras era aleatória. Ambas as tarefas de *Stroop* exigiam que os participantes ouvissem palavras monossilábicas faladas por vozes masculinas ou femininas. A condição *Easy Stroop* exigia que os ouvintes identificassem o gênero do falante. Na condição *Hard Stroop*, os ouvintes foram solicitados a ignorar o gênero do falante e a responder ao significado de gênero da palavra. Uma condição de controle foi usada para explicar os efeitos mínimos de atenção na inibição do reflexo OCM, que pode ser atribuída à escuta de palavras e à resposta em um teclado. A condição controle consistia em uma lista de palavras sem sentido que compreendiam pares mínimos àqueles usados nas tarefas de *Stroop*. Essas palavras sem sentido foram projetadas para minimizar a variabilidade acústica entre as condições de *Stroop* e Controle. A tarefa do ouvinte era pressionar qualquer botão de resposta toda vez que uma palavra sem sentido fosse ouvida. Os resultados apontaram que os níveis de EOAT foram reduzidos em todas as condições com estimulação acústica contralateral quando comparado com as condições de silêncio anteriores. Houve um decréscimo sistemático adicional no nível de EOAT com maior dificuldade na tarefa de escuta, embora esse efeito fosse muito pequeno. Os autores concluíram que a tarefa de escuta ativa pode alterar a força do reflexo OCM em crianças, embora os efeitos neste estudo os efeitos tenham sido sutis. Os pesquisadores reforçaram que mais estudos são necessários para verificar se a dificuldade da tarefa de escuta ativa modula a atividade do reflexo do OCM nas crianças.

Mishra (2014), em uma revisão de literatura abordando estudos que envolvessem a pesquisa de EIVE em crianças com TPAC, enfatizou a necessidade de realização de estudos com nova abordagem de medida do efeito

inibitório. Esta nova concepção de medidas de EIVE envolve não apenas o simples cálculo de redução de EOA sob efeito de ruído contralateral (denominada medida bruta do efeito inibitório) mas um índice normatizado, que leve em conta a linha de base do nível de EOA medida sem o ruído contralateral, ou ainda um índice vetorial que considere a diferença de fase entre os níveis de EOA (Abdala et al, 1999; Deeter et al, 2009). As medidas do índice normatizado (IN) foram adquiridas por meio da fórmula: $EIVE\ IN\% = \frac{EOA\ SR - EOA\ CR}{EOA\ SR} \times 100$. Na qual, a medida encontrada na coleta das EOA sem ruído (EOA SR) e EOA com ruído (EOA CR) são subtraídas, tendo o resultado dividido pelo valor das EOA SR e posteriormente multiplicado por 100. Três estudos especificamente mostraram que o uso do IN proporcionou diferentes resultados quando comparados aos estudos que medem a diferença bruta em dB das emissões com e sem estimulação simultânea por ruído (Backus e Guinan, 2007; Garinis et al, 2011; Mishra e Lutman, 2014)

Backus e Guinan (2007) utilizaram a emissão otoacústica por estímulo frequência (EOAEF) para medir a força do reflexo OCM no ápice da cóclea (na região em torno de 1kHz). Foram avaliados 25 sujeitos com limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade em ambas as orelhas. A estimulação contralateral foi realizada com ruído de banda larga à intensidade de 60dB NS que demonstrou uma distribuição das forças reflexo OCM em uma população de audição normal que é relativamente simétrica, produzindo uma mudança média de 35% da amplitude normal de EOAEF. A faixa de forças do reflexo OCM sugere que qualquer função que este reflexo desempenha na audição (como por exemplo, aprimorar a detecção de sinal no ruído), terão diferenças correspondentes em cada sujeito quando necessitam desempenha-las.

Garinis et al. (2011) testaram a hipótese de que a escuta ativa poderia aumentar a atividade do sistema OCM quando comparadas as orelhas direita e esquerda. Para tanto, foram recrutados 13 sujeitos e as EOA e o EIVE foram coletadas em quatro condições: a) no silêncio; b) com 60dBNS de ruído contralateral; c) com palavras incorporadas ao ruído contralateral, sendo que os sujeitos deveriam classificar tais palavras nas categorias “alimentos” ou “animais” e; d) na mesma condição anterior, porém com as palavras invertidas acusticamente. Nesta pesquisa, foi utilizada a metodologia de cálculo de índice

de EIVE normatizado. Os resultados apontaram que a quantidade relativa de supressão quando utilizado ruído contralateral quando calculado o IN foi de 44% para a orelha esquerda (OE) e 38% para a OD. Os autores concluíram que estes achados sustentam a teoria de que os mecanismos corticais envolvidos na escuta ativa afetam a função do sistema eferente OCM.

Mishra e Lutman (2014), tiveram como objetivo esclarecer o papel do sistema eferente OCM na percepção de fala na presença de ruído competitivo. Para tanto, examinaram: 1) a associação entre a magnitude do EIVE e o desempenho do entendimento de fala no ruído; 2) a associação entre o EIVE e a quantidade de estimulação acústica contralateral induzida por mudança na acuidade da fala no ruído. Neste estudo foi adotado o cálculo do índice normalizado para o EIVE. Os resultados demonstraram que o índice normalizado, convertido na escala linear micropascal (μPa), pode ser considerado uma medida estável para observar a magnitude do EIVE, e que este foi de aproximadamente 17% em adultos com a audição normal. Os autores concluíram que a estimulação do EIVE leva a uma melhora na percepção de fala no ruído.

Stuart e Daughtrey (2016) verificaram a ocorrência de EIVE, por meio do IN, em 45 adultos com audição normal, que se auto classificaram como músicos e não músicos. A média de supressão foi de 11,7% (1,1 dB) e 14,3% (1 dB) para os que se consideraram como não músicos e músicos respectivamente. A análise dos dados indicou que não houve diferença estatística quando comparado os dois grupos. Os autores observaram que ao contrário de estudos anteriores não houve aprimoramento gradual do EIVE em indivíduos com maior grau de musicalidade.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Casuística

Um total de 60 crianças que frequentam escola pública com faixa etária entre 8 e 11 anos, de ambos os sexos, foram convidadas. Destas, 26 crianças concordaram em participar do estudo. Os critérios de inclusão para esta pesquisa, comum a todos os participantes foram:

- Ausência de alterações de orelha média constatada à timpanometria (Curva tipo A);
- Limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade (0 a 20dB) nas frequências de 0,25 a 8 kHz;
- Presença de EOAT com estímulo clique não linear na intensidade de 80 dBNPS_{peq} (decibel nível de pressão sonora pico equivalente);
- Apresentar alteração de processamento auditivo;
- Apresentar processos de leitura compatíveis com o ano escolar nas provas 4, 5 e 9 do protocolo PROLEC (anexo 1);
- Não frequentar terapia fonoaudiológica;
- Ausência de alterações neurológicas e psiquiátricas evidentes;
- Ausência de alterações cognitivas constatadas no teste de Raven.

Foi realizada anamnese com os pais, a fim de se investigar os critérios para seleção dos sujeitos. Os participantes realizaram audiometria tonal, imitanciometria, avaliação do processamento auditivo central e coleta das emissões otoacusticas transientes.

O diagnóstico de transtorno do processamento auditivo foi realizado com base nos critérios determinados pela American Academy of Audiology (AAA, 2010). Foram utilizados os seguintes testes de processamento auditivo traduzidos e padronizados para falantes de português brasileiro (Pereira e Schochat, 2011): SSW e teste de fala com ruído branco, além dos testes GIN (Musiek, 2005) e teste de padrão de frequência (Auditec, 1997).

O fluxo dos participantes do estudo pode ser observado na Figura 2 abaixo.

Figura 2 *Fluxograma da seleção dos pacientes*

Selecionados, os 15 participantes (idade média 9,7 anos, sendo 7 do sexo feminino e 8 do sexo masculino) que atendiam aos critérios de inclusão, foram encaminhados para as etapas detalhadas na Figura 3 abaixo e serão detalhadas em procedimentos.

Figura 3 *Descrição das etapas do estudo*

4.2. Materiais

Para esta pesquisa foram utilizados:

1. Otoscópio marca Heine para inspeção do meato acústico externo;
2. Protocolo para registro de dados de identificação e investigação de queixas relacionadas à audição;
3. Cabina acústica (ANSI. S3.1-1991)
4. Audiômetro GSI 61 da marca *Grason Stadler*. O equipamento está de acordo com os padrões ANSI S 3,6-1989; ANSI S3,43-1992; IEC 645-1(1992); IEC 645-2(1993); ISO 389; UL 544. Para audiometria nas frequências de 250 a 8000 Hz será utilizado um par de fones Telephonics TDH 50P, com impedância de 80 ohms.
5. Lista de vocábulos trissílabos para realização do Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e lista de vocábulos monossílabos para realização do Índice percentual do reconhecimento de fala (IPRF), propostos por Santos e Russo (1986).
6. Tablet Samsung com saída direta para conexão com o audiômetro.
7. Arquivos no formato .wav com as gravações dos testes para avaliação comportamental do PAC (Pereira e Schochat, 2011).

8. Analisador de Orelha Média AT235h microprocessado e provido de duas frequências de tom na sonda de imitância: 226 e 1000 Hz. O equipamento foi utilizado para as medidas timpanométricas de forma automática, na velocidade de 50 decapascals por segundo (daPa/s), e para as medidas dos reflexos acústicos contralaterais foi utilizada a forma manual do equipamento.

9. Analisador de emissões cocleares Echoport ILO 292 USB-II, Versão 6, Otodynamics, acoplado a um computador portátil e sondas do tipo UGD para o Echoport ILO 292 USB-II V6, acoplado a um computador HP TouchSmart320 PC.

Figura 4 *Equipamento Echoport ILO 292 USB-II V6 analisador de emissões cocleares*

10. Computador portátil da marca Dell para a etapa de TA.
11. Fones de ouvido da marca Sony acoplado ao computador portátil.
12. Software PER traduzido e adaptado para o português por Callarga, 2016.
13. Protocolo PROLEC para avaliação dos processos de leitura (Capellini et al, 2012)

4.3. Procedimentos

A presente pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Audição Humana do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP, após a aprovação em 09/11/2016 da mesma, pela Comissão de Ética da FMUSP, por meio do Parecer 1.818.285 (Anexo 2).

Inicialmente os sujeitos foram informados sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, uma vez concordando em sua participação, assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 3) bem como o Termo de Assentimento (Anexo 4).

Foi realizada anamnese com os pais, a fim de se investigar os critérios para seleção dos sujeitos. Selecionados, os participantes foram submetidos à bateria de avaliações e, os pacientes diagnosticados com alterações do processamento auditivo, passaram pelas etapas:

Etapas 1 (avaliação inicial - pré TA): composta pela avaliação audiológica básica, avaliação comportamental do PAC, avaliação coclear da função auditiva e efeito inibitório da via auditiva eferente em OD e em OE.

Etapas 2: 8 semanas sem intervenção.

Etapas 3: 8 sessões de treinamento auditivo com utilização do software PER. Nesta etapa foi realizada a avaliação coclear, apenas em OD, da função auditiva à 60dBNPS e do efeito inibitório da via auditiva eferente antes do início da primeira sessão (avaliação 1) e imediatamente após à última sessão de treinamento auditivo (avaliação 2).

Etapas 4: 8 semanas sem intervenção.

Etapas 5 (avaliação final –pós TA): Avaliação final que foi composta pela reavaliação comportamental do PAC e reavaliação coclear em ambas as orelhas (AO) da função auditiva e do efeito inibitório da via auditiva eferente.

Cabe mencionar que, antes de iniciar a sessão das etapas 3 e 5, foi realizada triagem timpanométrica. Essa triagem foi realizada para que fosse assegurado que as condições de orelha média não influenciassem a pesquisa do EIVE.

Quadro 1 *Descrição das avaliações do estudo*

Avaliação inicial	Pré TA (inclui avaliação audiológica básica, PAC e função coclear em ambas as orelhas)
Avaliação 1	1ª sessão TA (inclui triagem timpanométrica e avaliação do EIVE em OD)
Avaliação 2	8ª sessão TA (inclui avaliação do EIVE em OD)
Avaliação final	pós TA (inclui triagem timpanométrica, avaliação de PAC e da função coclear em ambas as orelhas)

As especificações de cada procedimento, serão descritas detalhadamente.

4.3.1. Avaliação audiológica básica

- Inspeção do meato acústico externo.
- Imitanciometria composta pela timpanometria com sonda de 226 Hz e pesquisa dos reflexos estapedianos na modalidade contralateral nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz.
- Audiometria tonal limiar nas frequências de 250 a 8000 Hz com método descendente em 10 dB e ascendente em 5 dB com início na frequência de 1000 Hz seguida das frequências de 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 500 e 250 Hz (Santos e Russo, 1986); a fim de selecionar os indivíduos com acuidade auditiva normal, ou seja, limiars até 20 dB (ANSI 69).
- Logoauidimetria com limiars de LRF até 10 dB acima da média dos limiars das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz e IRF realizado a 40 dB acima do limiar do LRF, com resultado maior ou igual a 88% (Mangabeira – Albernaz et al, 1981).

4.3.2. Avaliação comportamental do processamento auditivo

Foram avaliadas as seguintes habilidades auditivas por meio dos testes:

a) Fechamento auditivo:

Foi aplicado o teste monótico de baixa redundância fala com ruído (TFR). Este teste é composto por 25 monossílabos apresentados à intensidade de 40dB acima do limiar de SRT de cada orelha. Simultaneamente, é apresentado ruído branco em intensidade 20dB abaixo da apresentação dos vocábulos, caracterizando uma relação sinal/ruído (S/R) de +20dB. O teste foi aplicado primeiramente em OD.

Os pacientes foram instruídos a ignorar a presença de ruído e repetir os vocábulos, sempre após sua apresentação, da maneira como entenderam a mensagem.

O critério de normalidade adotado foi o proposto por Pereira e Schochat (2011), que estabelece valor maior ou igual a 70% de acertos.

b) Figura-fundo para sons verbais:

Para a avaliação desta habilidade auditiva foi utilizado o teste de dissílabos alterados SSW (*Staggered Spondaic Word*), proposto por Katz, 1962 e adaptado para o português por Borges, 1986. Este teste é composto por 160 estímulos verbais. Os itens do teste são compostos por 4 vocábulos dissílabos paroxítonos apresentados em superposição parcial, sendo que a primeira palavra é apresentada isoladamente (direita não competitiva - DNC), a segunda e a terceira palavra com presença de superposição (direita competitiva - DC e esquerda competitiva - EC) e a quarta palavra é apresentada de forma isolada (esquerda não competitiva - ENC).

Os estímulos foram apresentados à intensidade de 50 dB acima do limiar de LRF de cada orelha. Os pacientes foram instruídos a repetir as palavras na ordem em que as ouvissem.

Os critérios de normalidade para este teste propostos por Pereira e Schochat (2011), estão descritos no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 *Critérios de normalidade para o teste SSW propostos por Pereira e Schochat (2011)*

Idade	DC	EC
8 anos	≥ 80%	≥ 75%
≥ 9 anos	≥ 90%	≥ 90%

c) Ordenação temporal e transferência inter-hemisférica:

Para a avaliação da habilidade auditiva de ordenação temporal e transferência inter-hemisférica foi utilizado o teste de padrão de frequência (TPF) (Auditec, 1997 – versão infantil) na intensidade de 50 dB acima do limiar de SRT. Este teste consiste na apresentação de 30 estímulos, cada um composto por 3 sons, com duração de 150ms, com dois intervalos entre os tons de 200ms. As frequências de tom grave e agudo, correspondem as frequências de tons puros de 880Hz e 1122Hz. O teste foi aplicado apenas em orelha direita. Os sujeitos foram orientados a nomear o que foi ouvido, utilizando “fino” para os tons agudos e “grosso” para os tons graves.

Os critérios de normalidade que foram utilizados estão de acordo com os propostos por Ballen (2001) e podem ser visualizados no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3 *Critérios de normalidade propostos para o teste de padrão de frequência (Ballen, 2001)*

Idade	OD
8 anos	≥79%
9 anos	≥ 77%
10 anos	≥ 80%
11 anos	≥84%

d) Resolução temporal:

Para avaliar a habilidade auditiva de resolução temporal, foi utilizado o teste *Gaps in Noise* (GIN) proposto por Musiek et al. (2004). Este teste é composto por segmentos variados de ruído branco de 6 segundos, com 0 a 3 intervalos de silêncio (*gaps*) cada. Foi instruído ao paciente que apertasse um botão para sinalizar quando percebesse a ocorrência de *gap*.

Os critérios de normalidade que foram utilizados estão de acordo com o Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 Critérios de normalidade para o teste GIN (Samelli, 2008)

Idade	OD
8 anos	≥6ms
≥ 9 anos	≥ 5ms

4.3.3. Avaliação da função coclear e do efeito inibitório da via auditiva eferente

A avaliação da função coclear e do efeito inibitório da via auditiva eferente foi realizada por meio da coleta das EOAT em cinco momentos: a) no dia da avaliação inicial (pré TA) em ambas as orelhas (AO); b) no primeiro dia do TA, antes do início da sessão em OD; c) imediatamente após a última sessão de TA em OD e d) 8 semanas após o término do TA, na avaliação final (pós TA) em AO.

Foi utilizado equipamento com dois canais que possibilitou o registro das EOAT com apresentação de estímulos na modalidade clique linear pelo canal A, e apresentação de ruído contralateral por meio da sonda conectada ao canal B. Os procedimentos foram realizados na mesma cabine acústica em que foi realizada a audiometria e a avaliação do processamento auditivo. A coleta das EOA foram realizadas conforme a descrição a seguir:

1) Inicialmente, foi verificada presença de EOAT com estímulo clique não linear na intensidade de 80 dBNPS_{eq}, com variação de ± 2 dB. O critério adotado foi a presença de resposta superior a 3dB nas frequências de 1, 1,5KHz,

2, 3 e 4 KHz com reprodutibilidade de resposta maior do que 70% e estabilidade de sonda de 70% (Hood et al., 1996)

2) O equipamento foi ajustado para que fosse realizada a coleta das EOAT, com apresentação de estímulo clique linear ajustado no nível de intensidade de 60dBNPS_{eq}, com variação de ± 2 dB.

3) A fim de se verificar a ocorrência do EIVE foi selecionado o modo de testes bilaterais com mascaramento. Para tanto, a coleta das EOAT foi realizada pelo canal A, e de forma simultânea, foi introduzido ruído de banda larga, gerado pelo canal B. O ruído foi apresentado a 60dBNPS na orelha contralateral. Na orelha testada (EOAT SR) foi introduzida a sonda conectada ao canal A e na orelha que recebeu o ruído (EOAT CR), a sonda conectada ao canal B.

Nas avaliações das EOAT a 60dB nas condições com ruído (CR) e sem ruído (SR) contralateral, foi utilizado para análise o nível de resposta geral (*response*).

A Figura 5 a seguir demonstra os resultados provenientes de uma coleta de exame utilizando o equipamento ILO V6.

Figura 5 Exemplo de resultado de coleta da EOAT para avaliação da função coclear e EIVE utilizando o equipamento ILO V6.

Otodynamics Ltd. ILOv6

LEGENDA:

- 1- EOAT clique linear com presença de estímulo contralateral à 60 dBNSP.
- 2- EOAT clique linear sem presença de estímulo contralateral.
- 3- Nível de resposta por frequência.
- 4- Nível de resposta geral (response).

As respostas foram convertidas da unidade dB para a unidade de escala linear μPa . O EIVE foi calculado pela subtração entre os dados coletados das EOA SR e EOA CR. Ao todo, duas medidas por orelha foram coletadas em cada uma das sessões. Para verificar se houve a ocorrência deste efeito, foi utilizada a fórmula:

$$EIVE = EOA\ SR - EOA\ CR$$

O EIVE foi considerado presente quando o resultado das fórmulas fosse maior que 0,0.

Adicionalmente, conforme estudos de Schochat et al. (2012) e Mishra (2014) foi calculado o EIVE em índice normatizado (EIVE IN%) que consistiu na busca da porcentagem de EIVE. Este valor foi calculado por meio da fórmula:

$$EIVE\ IN\% = \frac{EOA\ SR - EOA\ CR}{EOA\ SR} \times 100$$

Os dados foram distribuídos de acordo com o Quadro 5 abaixo:

Quadro 5 *Distribuição dos dados*

Identificação	Etapa: Avaliação	EOA S/R OD:____ OE:____	EOA/CR OD:____ OE:____	EIVE (μPa) OD:____ OE:____	EIVE IN % OD:____ OE:____
	:				

4.3.4. Etapa de treinamento auditivo

O TA foi realizado utilizando-se computador portátil em oito sessões de 45 minutos cada. Para o TA foi utilizado o *software* PER, traduzido e adaptado por Calarga (2016).

Este *software* visa a melhora da inteligibilidade da fala no ruído por meio de jogos em que estímulos verbais (palavras, não palavras, frases ou pequenos textos) que são apresentados simultaneamente a um ruído de fundo (*cafeteria*

noise). Este ruído muda de intensidade de uma atividade para outra, de acordo com o desempenho da criança.

O programa possui 13 temas (esportes, insetos, cozinha, mamíferos, pássaros, profissões, música, corpo humano, meios de transporte, energia, vegetais, espaço sideral e países), cada tema é constituído por 19 tipos de atividades. A criança escutou palavras, não palavras, frases ou textos e seguiu as instruções para responder adequadamente a atividade. O Quadro 6 a seguir, demonstra de maneira sucinta a descrição das atividades propostas:

Quadro 6 *Descrição das atividades do software PER*

Atividades	Tarefa
1,2,3 e 4	Discriminação auditiva de palavras
5,6 e 7	Identificação de palavras em contexto frasal
8 e 9	Identificação de palavras isoladas
10, 11, 12 e 13	Identificação de frases
14, 15, 16, 17, 18 e 19	Compreensão de textos curtos, complexos ou longos

O ruído de fundo utilizado neste software é do tipo cafeteria (*cafeteria noise*), em que um grupo de pessoas está conversando e rindo, em um restaurante. O arquivo de som estéreo está no formato *wav*, taxa de amostragem de 48000Hz e com taxa de 24 *bits*.

Em relação aos mecanismos envolvidos na resposta da criança, pode-se dizer que as habilidades de fechamento auditivo e figura-fundo são requeridas – em maior ou menor grau, de acordo com cada tarefa – em todas as atividades do jogo, uma vez que os estímulos têm muitos traços acústicos em comum e há a presença do ruído de fundo (do tipo *cafeteria noise*). Além destas, outras habilidades cognitivas, linguísticas e auditivas, também podem estar envolvidas. O grau de demanda sensorial e cognitivo de cada habilidade aumenta gradativamente a cada atividade e pode variar conforme a tarefa proposta.

Durante todas as atividades, a terapeuta monitorou a criança, pois utilizou fones para acompanhar cada estímulo. Para o avanço do nível de dificuldade, a

criança deveria atingir uma meta igual ou superior a 70% de acertos na atividade anterior. Caso a criança acertasse entre 30% e 70% das tarefas de alguma atividade, era necessário de refazê-la na mesma S/R. Se a pontuação fosse inferior a 30% a mesma tarefa seria repetida em uma relação S/R 2dB a mais ao valor anterior. Nos casos em que a tarefa era apresentada na relação S/R positiva e a pontuação de 70% não fosse atingida, esta atividade era reapresentada na mesma intensidade, porém as respostas corretas eram indicadas na tela.

4.4. Método Estatístico

A amostra foi caracterizada quanto à idade, sexo e escolaridade.

As médias das EOA foram comparadas nas condições com e sem ruído e em todas as avaliações realizadas em cada orelha. A técnica estatística adotada com esta finalidade foi a de análise de variância com medidas repetidas (Winer et al., 1991). Esta técnica leva em consideração que o mesmo indivíduo foi observado nas avaliações e condições. Tem-se assim, dois fatores que envolvem medidas repetidas em um mesmo indivíduo. As suposições de circularidade das matrizes de variâncias e covariâncias foram avaliadas aplicando-se o teste de Mauchly (Winer et al., 1991) e a de normalidade, por meio da análise dos resíduos. Quando a hipótese de circularidade foi rejeitada, foi adotada a correção de Huynh-Feldt.

A técnica de análise de variância com medidas repetidas foi também aplicada para comparar as médias do EIVE IN% nas diferentes avaliações em cada orelha. Neste caso o modelo envolveu apenas um fator de repetição (avaliação). A correlação do EIVE IN% obtido foi avaliada por meio do coeficiente de correlação de Spearman (Fisher e van Belle, 1993).

As médias dos testes do PAC: SSW e TFR foram comparadas nas duas orelhas e nas avaliações inicial e final. Para isto foi aplicada a técnica de análise de variância com medidas repetidas, considerando que dois fatores foram aplicados no mesmo indivíduo (orelha e avaliação). O método de Tukey foi aplicado quando foi necessário localizar diferenças entre as médias. As

suposições do modelo adotado foram avaliadas por meio da análise dos resíduos.

O teste do sinal foi aplicado na comparação do GIN e do TPF nas avaliações inicial e final. Neste caso foi testado se a mediana da diferença nas duas avaliações era nula (foi aplicado um teste não paramétrico porque o gráfico de probabilidade normal da diferença entre as respostas nas duas avaliações apontou desvios grosseiros da distribuição normal).

Como medida de correlação do EIVE IN% e os testes do PAC, e da variação do EIVE IN% e a variação dos testes do PAC nas duas avaliações foi considerado o coeficiente de correlação de Spearman.

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

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da amostra

A amostra consistiu em 15 crianças com idade entre 8 e 11 anos (média = 9,7 anos e desvio padrão = 0,9 anos), sendo sete (46,7%) do sexo feminino e oito (53,3%) do sexo masculino. Em relação ao ano escolar, seis (40%) crianças cursavam o 4º ano, sete (46,7%) cursavam o 5º ano e duas (13,3%) o 6º ano.

Em relação à audiometria tonal, LRF, IPRF, timpanometria e pesquisa do reflexo acústico, as diferenças médias encontradas entre as orelhas nos testes não podem ser consideradas estatisticamente significantes. Nas Tabelas 1,2,3,4 e 5 pode ser observada a estatística descritiva destes itens:

Tabela 1 *Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas na audiometria tonal para frequência e orelhas*

Orelha	Frequência		Desvio				
	(kHz)	N	Média	padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	0,25	15	7,7	4,6	0	10	15
	0,5	15	6,3	4,0	0	5	15
	1	15	3,7	3,5	0	5	10
	2	15	4,7	4,4	0	5	10
	3	15	4,3	3,7	0	5	10
	4	15	4,0	2,8	0	5	10
	6	15	6,0	4,3	0	5	15
	8	15	6,3	3,5	0	5	15
Esquerda	0,25	15	7,0	4,1	0	5	15
	0,5	15	4,0	2,8	0	5	10
	1	15	2,3	2,6	0	0	5
	2	15	3,3	3,6	0	5	10
	3	15	3,7	4,0	0	5	10
	4	15	4,3	3,2	0	5	10
	6	15	5,7	3,7	0	5	15
	8	15	7,0	4,9	0	5	20

Tabela 2 Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas no teste LRF por orelha

Orelha	N	Média	Desvio		Mínimo	Mediana	Máximo
			padrão				
Direita	15	6,7	3,6		0	5	15
Esquerda	15	6,3	4,0		0	5	15

Legenda: N – número de sujeitos

Tabela 3 Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas no teste IPRF por orelha

Orelha	N	Média	Desvio		Mínimo	Mediana	Máximo
			padrão				
Direita	15	97,1	4,1		88	100	100
Esquerda	15	96,5	4,0		92	100	100

Legenda: N – número de sujeitos

Tabela 4 Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas na timpanometria

Variável	Orelha	N	Média	Desvio		Mínimo	Mediana	Máximo
				padrão				
PPT	Direita	15	-26,0	20,6		-71	-25	3
	Esquerda	15	-30,6	28,1		-94	-23	15
Ymt	Direita	15	0,60	0,21		0,3	0,6	1,1
	Esquerda	15	0,66	0,24		0,3	0,7	1,1

Legenda: PPT – Pressão do pico timpanométrico; Ymt – Admitância compensada na altura da membrana timpânica; N – número de sujeitos

Tabela 5 *Resultados da estatística descritiva da comparação das respostas obtidas na pesquisa do limiar do reflexo acústico*

Orelha	Frequência		Desvio				
	(kHz)	N	Média	padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	0,5	15	97,3	8,4	90	95	120
	1	15	97,3	8,8	80	95	115
	2	15	97,3	8,4	85	95	115
	4	15	100,3	10,9	80	100	120
Esquerda	0,5	15	97,3	8,0	80	95	115
	1	15	94,3	7,3	85	90	110
	2	15	96,0	8,3	80	95	110
	4	15	99,3	10,3	80	100	120

Legenda: N – número de sujeitos

5.2. Análise das EOA, EIVE e EIVE IN% nas quatro avaliações em orelha direita e nas avaliações inicial e final em orelha esquerda

O resumo descritivo das EOA convertido na escala linear μPa nas condições CR e SR, do EIVE e do EIVE IN % nas quatro avaliações em OD é apresentado na Tabela 6 abaixo. Percebe-se que, nas quatro avaliações, as médias e medianas amostrais das EOA foram maiores na condição SR, e o EIVE médio diminuiu no decorrer das avaliações, tanto em valor bruto quanto em percentual.

Tabela 6 *Resultados da estatística descritiva da comparação das EOA nas condições com e sem ruído, EIVE e EIVE IN% nas quatro avaliações em orelha direita*

Avaliação	Condição	N	Média	Desvio	Mínimo	Mediana	Máximo
				padrão			
Inicial	Com ruído	15	101,43	46,32	21,18	94,63	176,20
	Sem ruído	15	121,00	51,10	24,60	117,76	216,78
	EIVE	15	19,57	13,08	3,42	17,64	48,51
	EIVE IN%	15	17,44	9,62	2,28	16,83	33,94
1	Com ruído	15	93,62	53,18	21,92	84,33	197,71
	Sem ruído	15	106,97	57,45	22,70	96,83	214,30
	EIVE	15	13,35	11,13	0,78	12,50	41,35
	EIVE IN%	15	12,63	8,58	1,14	11,89	29,21
2	Com ruído	15	108,97	48,94	29,58	104,96	200,00
	Sem ruído	15	122,43	51,29	35,56	120,51	221,83
	EIVE	15	13,46	8,91	-1,41	12,80	23,68
	EIVE IN%	15	12,13	8,29	-1,16	10,88	26,72
Final	Com ruído	15	115,88	58,70	24,60	94,63	224,40
	Sem ruído	15	130,48	67,24	27,92	107,40	251,78
	EIVE	15	14,60	14,26	-14,83	11,54	46,16
	EIVE IN%	15	10,57	10,34	-18,84	10,87	23,27

Legenda: N – número de sujeitos

Na Figura 6 abaixo estão representados os perfis individuais do EIVE IN%. Por sua vez, a Figura 7 a seguir ilustra o decréscimo das médias do EIVE IN% da avaliação inicial para a final. Observou-se que o maior decréscimo médio do EIVE IN% em avaliações consecutivas ocorreu da avaliação inicial para a avaliação 1.

Figura 6 Perfis individuais dos resultados obtidos no EIVE IN% em orelha direita

Figura 7 Perfil médio do EIVE IN % em OD e intervalos de confiança (95%) para as médias

Na análise de variância com medidas repetidas, na qual EIVE IN% é a variável resposta, e o único fator é a avaliação, foi obtido que não há diferença entre as médias do EIVE IN% nas quatro avaliações em OD ($p=0,144$).

Em relação à OE, os resultados demonstrados na Tabela 7 a seguir, indicam que as médias e medianas amostrais do EIVE na avaliação final são menores que na avaliação inicial para EIVE e EIVE IN%.

Os perfis individuais do EIVE IN% em OE estão representados na Figura 8 e os médios na Figura 9 abaixo, na qual pode ser observado o decréscimo nas médias amostrais do EIVE IN % da avaliação inicial para a final.

Tabela 7 Resultados da estatística descritiva da comparação das EOA nas condições com e sem ruído, EIVE e EIVE IN% nas avaliações inicial e final em orelha esquerda

Avaliação	Condição	N	Desvio				
			Média	padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Inicial	Com ruído	15	68,75	39,22	22,44	66,99	176,20
	Sem ruído	15	81,87	36,12	29,92	83,37	160,70
	EIVE	15	13,12	14,29	-15,50	11,25	49,80
	EIVE IN%	15	18,51	13,33	-9,65	17,77	43,77
Final	Com ruído	15	85,21	47,02	23,22	77,80	160,70
	Sem ruído	15	96,22	50,78	30,27	91,41	168,27
	EIVE	15	11,01	8,42	-0,70	7,57	27,28
	EIVE IN%	15	12,06	10,23	-2,31	9,84	41,13

Legenda: N – número de sujeitos

Figura 8 Perfis individuais do EIVE IN% em orelha esquerda

Figura 9 Perfil médio do EIVE IN(%) na orelha esquerda e intervalos de confiança (95%) para as médias

Na análise de variância com medidas repetidas, na qual EIVE IN % é a variável resposta, e o único fator é a avaliação, foi obtido que não há diferença em OE entre as médias do EIVE IN % nas duas avaliações ($p=0,099$).

5.3. Análise dos resultados da avaliação comportamental do processamento auditivo central

A análise dos testes aplicados para a avaliação comportamental do PAC foi realizada por meio da comparação dos resultados obtidos por orelha na avaliação inicial e final.

A Tabela 8 abaixo apresenta o resumo da estatística descritiva para o TPF. Os valores individuais e medianos dessa variável estão representados na Figura 10. Nota-se que a mediana observada na avaliação final foi maior que na inicial. No teste do sinal foi obtido que a mediana da diferença é maior que zero ($p=0,002$), ou seja, as respostas na avaliação final tendem a ser maiores que na inicial.

Tabela 8 Resultados da estatística descritiva da comparação do TPF nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial)

Avaliação	N	Média	Desvio			
			padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Inicial	15	81,3	19,4	36,6	83,3	100
Final	15	87,5	16,4	40	93,3	100
Diferença	15	6,3	8,4	0	3,3	30

Legenda: N – número de sujeitos

Figura 10 Valores individuais e medianos obtidos no TPF e da diferença nas duas avaliações (final – inicial)

A Tabela 9 abaixo apresenta o resumo da estatística descritiva para o teste GIN. Observa-se que a mediana na avaliação inicial é maior que na final (Tabela 9 e Figura 11). No teste do sinal foi obtido que a mediana da diferença foi maior que zero ($p=0,001$), ou seja, as porcentagens na avaliação inicial

tendem a ser maiores que na final, indicando que houve melhora na habilidade auditiva.

Tabela 9 Resultados da estatística descritiva da comparação do teste GIN nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial)

Avaliação	N	Média	Desvio			
			padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Inicial	15	6,2	1,6	4	6	10
Final	15	5,0	0,8	4	5	6
Diferença	15	1,2	1,3	0	1	5

Legenda: N – número de sujeitos

Figura 11 Valores individuais e medianos dos resultados do teste GIN e da diferença nas duas avaliações (inicial-final)

Na Tabela 10 e na Figura 12 abaixo, pode ser observado que as médias do SSW na avaliação final são maiores que na inicial nas duas orelhas. Entretanto, a diferença média observada na orelha esquerda foi maior que na direita. Observou-se que há diferença entre as médias no SSW nas duas avaliações na orelha direita ($p=0,001$) e na orelha esquerda ($p<0,001$).

Tabela 10 *Resultados da estatística descritiva da comparação do teste SSW nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial) por orelha*

Orelha	Avaliação	N	Média	Desvio			
				padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	Inicial	15	78,7	11,9	55	80	95
	Final	15	88,7	8,3	70	90	100
	Diferença	15	10,0	6,5	-5	10	20
Esquerda	Inicial	15	67,2	15,7	35	70	95
	Final	15	85,2	12,0	50	87,5	97,5
	Diferença	15	18,0	10,2	0	15	37,5

Legenda: N – número de sujeitos

Figura 12 *Perfis médios da porcentagem no SSW nas avaliações inicial e final por orelha*

O resumo descritivo das respostas do TFR S/R + 20 é apresentado na Tabela 11 abaixo e os perfis médios dessa variável nas duas orelhas estão representados na Figura 13 abaixo. Nota-se que as diferenças entre as médias nas duas avaliações são semelhantes nas duas orelhas e as médias observadas na orelha direita são maiores que na esquerda. Observou-se que há diferença entre as médias das porcentagens nas duas avaliações ($p < 0,001$) e a diferença independe da orelha ($p = 0,800$), porque não há efeito de interação entre avaliação e orelha.

Tabela 11 Resultados da estatística descritiva da comparação do TFR nas avaliações inicial e final e da diferença nas duas avaliações (final – inicial) por orelha

Orelha	Avaliação	N	Média	Desvio			
				padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Direita	Inicial	15	72,0	9,4	56	72	84
	Final	15	83,5	5,8	72	84	92
	Diferença	15	11,5	9,1	-4	12	32
Esquerda	Inicial	15	68,5	6,6	56	68	80
	Final	15	80,8	6,5	64	80	92
	Diferença	15	12,3	8,7	0	12	28

Legenda: N – número de sujeitos

Figura 13 Perfis médios da porcentagem no TFR nas avaliações inicial e final por orelha

5.4. Correlação da variação do EIVE% e da variação dos resultados dos testes do PAC da avaliação inicial para a final

Os coeficientes de correlação de Spearman dos testes do PAC e o EIVE IN% nas avaliações inicial e final são apresentados na Tabela 12 abaixo. Destaca-se a correlação negativa do EIVE IN% com o SSW na avaliação final na orelha direita, ou seja, maiores valores de SSW tendem a estar relacionados a menores valores do EIVE IN%.

Tabela 12 Resultados da análise dos coeficientes de correlação de Spearman dos testes do PAC e o EIVE IN% em OD e OE

Teste	Avaliação	Orelha direita		Orelha esquerda	
		r	p	r	p
SSW	Inicial	0,01	0,975	0,16	0,562
	Final	-0,55	0,033	0,22	0,432
TFR	Inicial	-0,31	0,261	-0,09	0,762
	Final	-0,35	0,197	0,02	0,938
TPF	Inicial	-0,21	0,460		
	Final	0,23	0,402		
GIN	Inicial	-0,15	0,587		
	Final	0,02	0,940		

Foram calculadas as diferenças entre os valores observados do EIVE IN% e dos testes do PAC nas avaliações inicial e final. As diferenças foram calculadas de forma que, quanto maior a diferença, maior é a melhora no desempenho no teste. Assim, para o GIN a diferença é o valor observado na avaliação inicial menos o valor observado na avaliação final; para os demais testes a diferença é o valor observado na avaliação final menos o valor observado na avaliação inicial.

Foi realizada uma análise qualitativa dos dados, observando se houve ou não melhora no resultado do teste de PAC e no EIVE IN%. As distribuições de frequências e porcentagens marginais e conjuntas são apresentadas nas

Tabelas 13 a 18. Nota-se, por exemplo, (i) na Tabela 13, que 4 indivíduos (26,7%) melhoraram no EIVE IN% e no SSW na orelha direita; e (ii) na Tabela 14 pode ser observado que 6 indivíduos (40,0%) melhoraram nos dois testes na orelha esquerda. As demais Tabelas podem ser interpretadas de forma análoga. De uma forma geral, as maiores porcentagens de indivíduos são observadas na condição de melhora no teste do PAC e piora do EIVE IN%.

Tabela 13 *Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no teste SSW em OD*

Melhorou EIVE IN%	Melhorou SSW		Total
	Não	Sim	
Sim	1 6,7%	4 26,7%	5 33,3%
Não	0 0,0%	10 66,7%	10 66,7%
Total	1 6,7%	14 93,3%	15 100,0%

Tabela 14 *Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no teste SSW em OE*

Melhorou EIVE IN%	Melhorou SSW		Total
	Não	Sim	
Sim	0 0,0%	6 40,0%	6 40,0%
Não	1 6,7%	8 53,3%	9 60,0%
Total	1 6,7%	14 93,3%	15 100,0%

Tabela 15 *Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no TFR em OD*

Melhorou EIVE IN%	Melhorou TFR		Total
	Não	Sim	
Sim	1 6,7%	4 26,7%	5 33,3%
Não	0 0,0%	10 66,7%	10 66,7%
Total	1 6,7%	14 93,3%	15 100,0%

Tabela 16 *Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no TFR S/R +20 em OE*

Melhorou EIVE IN%	Melhorou TFR		Total
	Não	Sim	
Sim	0 0,0%	6 40,0%	6 40,0%
Não	2 13,3%	7 46,7%	9 60,0%
Total	2 13,3%	13 86,7%	15 100,0%

Tabela 17 *Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no TPF*

Melhorou EIVE IN%	Melhorou TPF		Total
	Não	Sim	
Sim	3 20,0%	2 13,3%	5 33,3%
Não	3 20,0%	7 46,7%	10 66,7%
Total	6 40,0%	9 60,0%	15 100,0%

Tabela 18 *Distribuições de frequências marginais e conjunta da melhora no EIVE IN% e no teste GIN*

Melhorou EIVE IN%	Melhorou GIN		Total
	Não	Sim	
Sim	0 0,0%	5 33,3%	5 33,3%
Não	4 26,7%	6 40,0%	10 66,7%
Total	4 26,7%	11 73,3%	15 100,0%

6. DISCUSSÃO

O objetivo deste capítulo é realizar a análise crítica dos resultados obtidos neste estudo e compará-los com a literatura apresentada no capítulo de revisão.

A organização da discussão foi realizada seguindo os critérios utilizados nos resultados.

6.1. Caracterização da amostra

O presente estudo, objetivando verificar o efeito do treinamento auditivo com o uso do programa PER na variação de respostas auditivas pré e pós TA, avaliou 15 crianças com diagnóstico de TPAC, com faixa etária entre 8 e 11 anos.

A casuística estudada manteve homogeneidade de distribuição em relação à idade e ao ano escolar. Não houve diferença estatística quando realizada análise das respostas da audiometria tonal, logaudiometria, LRF e curva timpanométrica. Cumpre ressaltar que tais achados foram esperados pelo estudo, pois os indivíduos deveriam estar dentro dos critérios de normalidade na bateria de avaliação audiológica básica para serem enquadrados nos critérios de inclusão desta pesquisa.

Destaca-se as respostas observadas nos RA. No presente estudo, embora aumentados, os indivíduos não apresentaram ausência do RA (Tabela 5). A obtenção dos limiares dos reflexos acústicos permite avaliar o papel da via eferente no controle do estado mecânico da orelha média e permite, ainda, a obtenção de informações das vias auditivas na altura do tronco encefálico (Chermack e Musiek, 1997; Burguetti e Carvallo, 2008).

O RA e a pesquisa do EIVE são um método objetivo e não-invasivo de investigar as vias do trato olivococlear medial. Hennin et al. (2014) apontam que a medida da indução do EIVE pela estimulação contralateral se torna mais complexa pela ação da musculatura reflexa da orelha média, particularmente no nível do complexo olivar. Este fator pode sugerir que os reflexos aumentados encontrados no grupo estudado no presente estudo poderiam ter relação com

uma disfunção na via aferente, o que poderia implicar também em disfunção do complexo olivar na via eferente.

Portanto, torna-se importante repensar a sua aplicabilidade clínica, uma vez que permite a avaliação das vias auditivas eferentes por meio de medidas de imitância acústica. Estudos com abordagem na avaliação da função eferente da orelha média em indivíduos com TPA sugerem que esta população tende a apresentar alteração nos limiares do reflexo acústico (Amaral e Carvallo, 2008; Burguetti e Carvallo, 2008). Mepani et al. (2020), sugerem que o baixo reconhecimento de fala em indivíduos com audição normal e RA aumentado podem surgir da perda da função *unmasking* da orelha média, decorrente da disfunção do circuito do tronco encefálico que conduz o reflexo. Os autores concluíram que há uma contribuição periférica significativa para o desempenho auditivo diminuído em ambientes de escuta desfavorável não capturada pela audiometria ou EOA.

Em relação aos critérios de inclusão no presente estudo, visando ao enquadramento do participante na pesquisa, os indivíduos realizaram o teste RAVEN e as provas 4, 5 e 9 do PROLEC. Os resultados dentro da normalidade sugerem que a avaliação comportamental do PAC e o treinamento auditivo não sofreram influência de alterações cognitivas e de leitura, permitindo um foco mais direcionado a um déficit de natureza auditiva.

6.2. Análise das EOA, EIVE e EIVE IN% nas quatro avaliações em orelha direita e nas avaliações inicial e final em orelha esquerda.

O sistema auditivo é impressionante em sua capacidade de mudança: um único neurônio pode modular sua sintonia em segundos. Esta premissa norteou o desenho da presente pesquisa que visa a uma maior investigação dos efeitos do TA na via eferente. Neste sentido, Kraus e White Schwoch (2015) ressaltam que a rede eferente pode modelar propriedades de resposta automática em sistemas cocleares e subcorticais, razão pela qual as propriedades básicas de resposta do sistema auditivo, como as EOA e respostas eletrofisiológicas, refletem as experiências acústicas anteriores. A evolução do sistema auditivo, ocorrida com base nas necessidades do organismo, indica que a via eferente

tenha se tornado maior e mais intrincada, capaz de processar comportamentos auditivos cada vez mais sofisticados. Este fator sugere que a evolução convergente das projeções eferentes possa estar subjacente a alguns destes comportamentos e ao papel principal que a aprendizagem auditiva desempenha no desenvolvimento das habilidades necessárias para uma comunicação eficaz. As mudanças na via aferente são tendenciosas em direção à estabilidade, pois o sistema exibe uma fisiologia mais duradoura que resiste a mudanças transitórias e relativamente poucas das projeções exibem evanescência relacionada à tarefa. Por outro lado, a via eferente é voltada para mudanças que ocorrem momentaneamente, sendo que essa modulação facilita fenômenos como atenção seletiva a um falante. Este sistema é relativamente menos persistente no processamento de som. Quanto mais uma atividade é realizada, repetida e super aprendida, mais provável a remodelação ocorrerá no caminho aferente. Esta distinção duradoura e não primária e evanescente pode estar subjacente à capacidade de se atingir um equilíbrio entre a estabilidade do processamento auditivo e a maleabilidade na atenção e aprendizagem.

A hipótese descrita em Guinan (2006), sugere que a principal função do EIVE é inibir respostas cocleares, diminuindo o ganho da amplificação coclear. Portanto, há aumento da resposta a sons transitórios (como os da fala), reduzindo a resposta em ambientes ruidosos. Isto pode indicar que maiores valores de EIVE são relacionados com maior facilidade em compreender a fala quando apresentada em relação S/R desfavorável.

Comprovando esta hipótese, um estudo incluindo o TA em adultos foi realizado e nele a atividade do feixe OCM foi monitorada logo após as tarefas de treino por cinco dias consecutivos. Os autores relacionaram maiores valores de EIVE aos melhores índices de reconhecimento de fala (De Boer e Thorton, 2008).

No presente estudo, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa, foi observado aumento da média das EOA e decréscimo do valor de EIVE e EIVE IN% no decorrer das avaliações realizadas em OD e OE. Nota-se que o decréscimo ocorreu mesmo quando não realizada nenhum tipo de estimulação por meio de TA (da avaliação inicial para a avaliação 1). Em pesquisa relacionando o desempenho do teste consoante-vogal e o EIVE,

observou-se maior EIVE em indivíduos com menor desempenho no teste consoante-vogal com presença de ruído. Os autores justificaram que este fator pode ser relacionado aos processos cognitivos envolvidos na capacidade de atenção, e não apenas nos mecanismos reflexos da via eferente (De Boer et al., 2012). Com isso, entende-se que apesar o sistema coclear estar aparentemente mais responsivo (maior média no procedimento que mede as EOA), o mecanismo eferente exerceu menor atividade inibitória.

Em estudos anteriores observou-se que o EIVE foi aprimorado quando a atenção foi direcionada ao ouvido contralateral ao avaliado (Maison et al., 2001) e diminuiu quando a atenção foi direcionada para a orelha ipsilateral (de Boer e Thornton, 2007). O aumento do esforço atencional é geralmente associado ao maior grau de dificuldade de uma tarefa. Quando os sons da fala são degradados por ruído, as áreas corticais relacionadas ao processamento atencional mostram aumento de ativação (Scott et al., 2004), refletindo um aumento da influência *top down* na percepção da fala (Davis e Johnsrude, 2003; Zekveld et al., 2006). Seguindo este raciocínio, De Boer e Thornton (2008) descrevem que mudanças na atividade do feixe OCM observadas em indivíduos submetidos a treinamento podem ser atribuídas à diminuição do esforço atencional, na medida em que há melhora na performance de escuta. Os autores enfatizaram que um argumento contra esta interpretação é que a atividade do feixe OCM foi medida em uma condição passiva após a sessão de treinamento, o que determinaria modulação em tempo real dos mecanismos atencionais relacionados ao treinamento durante a avaliação do feixe. No presente estudo, a pesquisa do EIVE foi realizada de forma passiva, sendo solicitado ao sujeito apenas que permanecesse em silêncio durante a realização do procedimento, não sendo possível afirmar que houve a influência de qualquer atividade atencional.

Vários fatores, como níveis de ruído ambiente, mudanças no status auditivo e alterações no status da orelha média, podem afetar a pesquisa do efeito inibitório (Kalaiah et al., 2018). A fim de se minimizar quaisquer influências ambientais, a coleta das EOA e a pesquisa do EIVE da presente pesquisa foi realizada dentro de cabine acústica. Além disto, para descartar qualquer alteração de orelha média, foi realizada previamente triagem timpanométrica em cada uma das avaliações.

Novas abordagens vêm sendo utilizadas para aprimorar o cálculo do EIVE e sua análise. Visando maior estabilidade nas respostas obtidas, Mishra e Lutman (2013), converteram seus resultados para a escala linear μPa . Essa conversão foi realizada a fim de se minimizar possíveis valores negativos de resposta. Após a conversão de medidas, os autores seguiram uma tendência mais atual e realizaram o cálculo do IN, obtendo variação de resposta entre 9,4 a 15,2%. Esta mesma metodologia foi utilizada novamente pelos autores que, em estudo posterior (Mishra e Lutman, 2014), investigaram o efeito do sistema OCM na percepção de fala no ruído em adultos com audição normal, encontrando EIVE IN% médio de 17%.

Ao estudar os efeitos da escuta ativa e sua relação com o sistema OCM, Garinis et al. (2011), embora não tenham convertido as respostas em μPa , enfatizaram que a utilização do cálculo do IN pode evidenciar um EIVE que não seria aparente na medida bruta em dB. O EIVE IN% médio encontrado em mulheres adultas com audição normal em OD foi de 44% e 38% para OE.

Na presente pesquisa, o EIVE IN% médio encontrado na avaliação inicial foi de 17,4% em OD e 18,5% em OE (Tabela 6 e Tabela 7). Após o período de treinamento e intervalo de 8 semanas, no momento da avaliação final os valores foram de 10,5% em OD e 12% em OE. Mesmo com a redução os valores médios encontrados na população estudada, os valores obtidos encontram-se dentro dos critérios considerados dentro da normalidade, segundo estudo de Schochat et al. (2012), cujo valor médio em adultos foi de 12%. Não foram encontrados na literatura estudos utilizando o cálculo do EIVE IN% em crianças com TPA para efeito de comparação. Cabe mencionar que os diversos autores estudados, diante dos resultados mais evidentes com o cálculo do IN, questionaram se os dados encontrados em dB bruto deveriam ser reexaminados.

6.3. Análise dos resultados da avaliação comportamental do processamento auditivo central

Desde o início das propostas de TA existem relatos satisfatórios dos pais e professores com o comportamento auditivo pós intervenção. No entanto, a eficácia da intervenção não deve ser avaliada apenas por estes relatos. Há um

interesse da comunidade científica em contar com dados documentados que validem a melhora pós estimulação.

Testes e procedimentos diagnósticos devem ser cuidadosamente escolhidos e aplicados para a identificação do correto diagnóstico de um déficit no PAC, para posteriormente orientar as metas e objetivos para um tratamento eficaz e monitorar os seus impactos (AAA, 2010).

O TA promove uma reorganização neuronal do sistema auditivo e das conexões com outros sistemas sensoriais a ele relacionados, causando uma consequente melhora das habilidades que estavam anteriormente alteradas (Samelli e Mecca, 2010). Existem diferentes maneiras de se realizar um programa de TA. O treinamento auditivo acusticamente controlado pode ser realizado por meio de equipamentos eletroacústicos ou programas de computador (Schochat, 2004). O uso de softwares no TA computadorizado permite o controle de estímulos e hierarquia de atividades, transformando comportamentos auditivos antigos e formando novas bases neurais (Comerlatto Junior et al., 2010; Melo et al., 2015). O presente estudo verificou o desempenho de respostas auditivas de crianças com TPAC antes e após um programa de intervenção realizado com *software* de escuta no ruído PER. Embora diferentes abordagens de TA estejam disponíveis, os dados do presente estudo foram confrontados prioritariamente com estudos seguindo as mesmas diretrizes.

A análise comparativa das avaliações inicial e final apresentaram diferença estatisticamente significativa e demonstrou que as médias da avaliação final foram maiores que as médias da avaliação inicial (Tabela 8 a Tabela 11), indicando que houve melhora das habilidades auditivas após o período de TA.

A habilidade auditiva de ordenação temporal e transferência inter-hemisférica refere-se à habilidade de um ouvinte em reconhecer contornos acústicos de um sinal, sendo capaz de nomeá-los (Bellis, 1996). Neste estudo, esta habilidade foi avaliada por meio do TPF. Musiek e Pinheiro (1987) descreveram que o mecanismo neurofisiológico do teste preconiza que a integridade de ambos os hemisférios cerebrais é importante para a percepção e a nomeação do padrão tonal. O hemisfério não-dominante (geralmente o direito) está relacionado à percepção de *pitch* e reconhecimento do contorno acústico. O hemisfério dominante (geralmente o esquerdo) é importante para a nomeação

do padrão tonal (exemplo: grave, agudo, grave). A análise das avaliações inicial e final do presente estudo indicaram que houve diferença estatística ($p=0,002$) após o TA. A porcentagem média de melhora foi de 6,3% (Tabela 8). Estes dados diferem dos achados encontrados por Comerlatto Junior et al. (2010) que ao realizarem TA com o software SARDA, apesar do aumento na média de acertos, não observaram diferença estatística no TPF após a intervenção.

A resolução temporal é a habilidade auditiva que detecta mudanças nos estímulos sonoros em decorrência do tempo (Eggermont, 2015). É uma habilidade fundamental na percepção auditiva de sons verbais e não verbais, percepção musical e ritmo (Musiek et al., 2005). Essa habilidade foi avaliada no presente estudo por meio do teste GIN. A análise dos dados obtidos nas avaliações inicial e final indicaram que houve diferença estatística após o período de estimulação ($p=0,001$). O limiar médio encontrado após o treinamento foi de 5ms (Tabela 9). Pires e Schochat (2019), ao realizarem um programa de treinamento auditivo temporal com base nas atividades adaptadas do *software Fast ForWord* observaram em seu grupo experimental um limiar médio de 4,19ms após o TA. A autoras relacionaram a melhora encontrada no teste a uma melhora no mecanismo *bottom up* para detecção de menores gaps e, que do ponto de vista fisiológico, o treinamento proporcionou mudanças no SNAC pelo fenômeno da plasticidade neural.

O teste SSW foi utilizado no presente estudo para avaliar a habilidade auditiva de figura-fundo para sons linguísticos. Esta habilidade auditiva é responsável por processar informações diferentes apresentadas simultaneamente às duas orelhas (Bellis, 1996). Os resultados apontaram maiores valores de acerto em OD nas avaliações inicial e final, contudo, a diferença média maior foi observada em OE (Tabela 10). Wilson e Strouse (2001) observam que os maiores índices de acerto em OD estão relacionados ao fato dessa orelha estar mais diretamente ligada, por meio da via aferente cruzada, ao hemisfério esquerdo (o mais especializado em linguagem). Esta vantagem é esperada em tarefas dicóticas e estão relacionadas ao seu grau de dificuldade. Uma maior diferença média em OE após o período de estimulação também foi observada no estudo de Brasil e Schochat (2018). A melhora observada em OE pelas autoras, bem como no presente estudo, sugere que o TA pode ter

ocasionado um equilíbrio maior entre o desempenho de OD e OE. Em relação as médias observadas nos resultados da presente pesquisa, foi possível constatar que houve diferença estatisticamente significativa em OD ($p\text{valor}=0,001$) e em OE ($p\text{valor}<0,001$). Este fator indica que o TA realizado com o software PER foi eficaz para estimular a habilidade auditiva de figura-fundo para sons linguísticos, corroborando mais uma vez os achados de Brasil e Schochat (2018).

Cabe mencionar, que embora o software PER não disponibilizasse atividades específicas envolvendo as habilidades auditivas de figura-fundo para sons linguísticos, ordenação temporal, transferência inter-hemisférica e resolução temporal, suas tarefas englobavam aspectos envolvendo os mecanismos *bottom-up* e *top-down*, o que pode ter acarretado na melhora do desempenho dos testes que avaliam estas habilidades.

Fechamento auditivo refere-se à capacidade que um indivíduo possui de utilizar redundâncias intrínsecas ou extrínsecas do sinal acústico para o reconhecimento de uma mensagem completa (Bellis, 1996). Para avaliar esta habilidade foi utilizado o TFR na S/R +20. Ressalta-se que a S/R +20 foi utilizada devido à calibração do audiômetro utilizado. Nesta pesquisa a OD foi sempre avaliada primeiramente. Os resultados apontaram maiores médias em OD tanto na avaliação inicial, quanto na avaliação final (Tabela 11). Estes achados diferem de demais estudos (Pereira, 1993; Schochat, 1994;) em que maiores valores foram encontrados na segunda orelha testada, indicando que a segunda lista apresentada gerou um processo de facilitação motivado pela aprendizagem. Na literatura estudada, não foram encontradas pesquisas com maiores valores de FR em OD. Salienta-se que no presente estudo, o TFR foi o último teste da avaliação comportamental do PAC a ser aplicado. Apesar dos participantes não demonstrarem comportamentos como cansaço e desatenção, as crianças demonstravam menor interesse e ansiavam pelo término dos procedimentos. Este fator, pode ter influenciado os resultados obtidos. Diante disto, sugere-se que estudos futuros sejam realizados. Quando comparados os resultados dos momentos pré e pós TA, foi observada diferença estatisticamente significativa após a realização do TA ($p\text{valor}=0,001$), demonstrando mais uma vez a eficácia do *software* PER.

Estes resultados indicam que o TA realizado com o *software* PER teve impacto positivo nas habilidades auditivas de fechamento, figura-fundo para sons linguísticos, resolução temporal, ordenação temporal e transferência inter hemisférica. Os dados obtidos corroboram a literatura estudada, pois outros estudos também observaram melhora das habilidades auditivas após TA realizado com *software* (Germano e Capellini, 2008; Song et al., 2012; Cameron et al., 2012; Melo et al 2016, Calarga, 2016; Brasil e Schochat, 2018; Pires e Schochat, 2019).

O estudo de Brasil e Schochat (2018) verificou o impacto do TA com o *software* PER e seus resultados apontaram melhora significativa nos testes para avaliação comportamental do PAC, indicando que o PER é uma ferramenta eficaz de TA. As autoras salientaram a aceitação do *software* por parte dos sujeitos, uma vez que as crianças avaliaram positivamente a ferramenta e mostraram-se empolgadas para cada sessão de treinamento. Manter o paciente motivado durante o período de TA é um importante fator não apenas para o sucesso do processo terapêutico, mas também para a aprendizagem geral. Até mesmo crianças necessitam entender que o TA auxilia na melhora de suas habilidades de escuta, trazendo impactos positivos em sua vida social e acadêmica (Danzl et al., 2012, Weihing et al., 2015). As autoras Brasil e Schochat (2018) também descreveram, a aceitação do *software* PER por parte dos responsáveis, que observaram melhoras em suas crianças após o período de TA. Estes comportamentos também foram observados no presente estudo. Além de boa aceitação, as melhoras foram relatadas pelas próprias crianças, que salientaram maior capacidade de atenção, memória e maior facilidade para compreender fala em ambientes ruidosos. O vínculo entre as crianças participantes e a terapeuta foi positivo, observado o baixo o número de faltas (quando ocorreram), o que permitiu a realização do número de sessões estabelecidas na etapa de TA.

O *software* PER conta com 13 temas relacionados a campos semânticos distintos entre si. Cada tema é constituído por 19 tipos de atividades nas quais, a criança escuta palavras, não palavras, frases ou textos e tem de seguir instruções específicas para responder o que foi proposto. No presente estudo, foram realizadas 8 sessões de TA, uma vez por semana, com duração de 50

minutos. Conforme o aumento da dificuldade da relação S/R, muitas vezes era necessário que a criança repetisse a mesma atividade. Embora os participantes tenham concluído as atividades de determinados temas, nenhum dos 15 participantes concluiu todas as atividades do *software*. Calarga (2016), ao traduzir e adaptar o *software* PER, realizou entre 14 e 18 sessões de 45 minutos, para que as crianças participantes concluíssem todas as atividades do *software*. Além disto, a autora realizou o estudo em crianças que não possuíam diagnóstico de TPAC, o que difere da presente pesquisa.

6.4. Correlação da variação do EIVE% e da variação dos resultados dos testes do PAC da avaliação inicial para a final

Os seres humanos são constantemente desafiados a escolher um só sinal a partir de fontes sonoras concorrentes. Na sociedade atual, comunicar-se bem em um ambiente ruidoso é uma tarefa importante para se obter sucesso em diversos âmbitos, como o educacional, o social e o profissional (Slater et al., 2015). Crianças que possuem TPAC geralmente têm dificuldades em situações complexas de escuta, como compreensão da fala em ambientes ruidosos ou compreensão de fala rápida ou degradada (Mishra, 2014).

Entre as funções do SOCM está a ampliação da capacidade de localização sonora e o aumento da percepção de fala, quando em presença de ruído competitivo (Guinan, 2006; Guinan, 2018), o que reflete a importância da avaliação deste sistema na população com TPAC (Sanches e Carvalho, 2006).

A ativação da via eferente aumenta a atividade das fibras do nervo auditivo na presença de ruído, o que acarreta na melhora da figura-fundo auditiva, fornecendo uma função *unmasking* (Winslow e Sachs, 1987; Kawase et al., 1993; Guinan, 2006; Bidelman e Bhagat, 2015; Guinan, 2018). Esta função ocorre porque o reflexo OCM pode inibir a resposta a um ruído mascarante, aumentando assim a audibilidade de sons transitórios como a fala (Guinan, 2006; Lichtenhan et al., 2016; Guinan, 2018).

Apesar do papel atribuído ao sistema eferente no aprimoramento da relação S/R, os estudos sobre sua relação com a percepção de fala em ambientes de escuta desfavorável produziram conclusões contraditórias

(Bidelmand e Bhagat, 2015). Alguns estudos concluíram que a detecção de fala no ruído não está relacionada à atividade mediada pelo SOCM (Harkrider e Smith, 2005; Stuart e Butler, 2012). Outros autores demonstraram que o EIVE está relacionado à quantidade de melhora nas pontuações de testes que avaliam detecção de fala no ruído (De Boer e Thornton, 2008; Tokgoz-Yilmaz et al., 2013; Mishra e Lutman, 2014). Por sua vez, o estudo de De Boer et al. (2012) encontrou resultados contrários, observando maiores valores de EIVE quando ocorreram menores valores de resposta do teste CV com presença de mascaramento.

No presente estudo, com o intuito de verificar a variação de respostas auditivas, após um programa de TA realizado com o software PER, foi realizada análise da correlação entre as respostas do EIVE e dos testes comportamentais da avaliação do PAC. Como principais achados, observou-se correlação negativa entre o EIVE IN% e o teste SSW na avaliação final em OD (Tabela 12) e ocorrência de maiores valores dos testes de PAC com a piora do EIVE IN% (Tabela 13 a Tabela 18).

A correlação negativa entre o teste SSW e o EIVE IN% em OD na avaliação final (Tabela 12), indica que maiores valores desta tarefa de fala, estão associados a menores valores do efeito inibitório. Ludwig et al. (2014) em um estudo com crianças com suspeita de TPA sugeriram que os déficits de escuta dicótica nessas crianças podem ser influenciados pelo sistema auditivo OCM. Dessa forma, justificam que é plausível que déficits de processamento expressos no sistema auditivo ascendente podem refletir a influência *top-down*, a partir de centros corticais que podem exercer sua influência no córtex auditivo, e ser transportado para a periferia auditiva por meio da via eferente.

Na pesquisa realizada por De Boer e Thornton (2008), o feixe OCM foi monitorado em um período de cinco dias de TA, sendo observado que maiores valores de EIVE estavam relacionados a um maior desempenho no teste de fala CV com presença de ruído após o treinamento. Os autores justificaram os resultados encontrados com base no mecanismo *unmasking* descrito por Guinan (2006). Nessa interpretação, os valores piores de EIVE encontrados anteriormente ao treino são relacionados à redução do efeito *unmasking*, refletida pela atividade mais fraca do feixe OCM. A melhora subsequente surgiria

à medida que o *unmasking* é aprimorado, sendo esse fator atribuído ao aumento de atividade do sistema eferente.

Esses resultados, diferem dos encontrados no presente estudo, pois os valores dos testes de PAC melhoraram após o período de TA, enquanto os valores de EIVE diminuíram.

De Boer et al. (2012), ao testarem a hipótese *unmasking* do sistema OCM, observaram uma correlação significativa entre o EIVE e a tarefa de discriminação do teste de fala CV na presença de ruído. No entanto, os resultados foram opostos ao previsto, pois os indivíduos que obtiveram maiores valores de EIVE apresentaram desempenho mais pobre no teste CV. Os autores relacionaram esses achados aos mecanismos relacionados à capacidade de atenção, ressaltando que no estudo de De Boer e Thornton (2008) foi encontrada uma correlação entre o EIVE e a discriminação do teste CV antes do TA. Após o treinamento, a correlação desapareceu devido às mudanças positivas na tarefa de fala nos participantes. Isso sugere que a correlação antes do treinamento era mediada por reflexo e não especificamente pela ativação do sistema eferente. O desaparecimento pós TA pode indicar uma mudança para um modo de operação do sistema OCM, sendo este mais seletivo e modulado primordialmente pelos aspectos cognitivos envolvendo a atenção. O estudo de 2012 conclui que a dependência do sistema OCM a fatores atencionais e relacionados à experiência pode ter contribuído para as disparidades encontradas, o que também pode justificar os resultados encontrados na presente pesquisa.

6.5. Considerações finais

O TPAC é uma desordem do sistema auditivo nervoso central, que se apresenta como um déficit no processamento perceptual de estímulos auditivos e na atividade neurobiológica subjacente, que dá origem aos potenciais auditivos eletrofisiológicos. Os déficits predominantes que caracterizam TPAC se manifestam na modalidade auditiva (AAA, 2010).

A avaliação de habilidades interligadas a funções cognitivas, como é o caso das habilidades auditivas, pode afetar os resultados dos testes da avaliação de PA (Musiek et al., 2002). Métodos para minimizar alterações provenientes de

natureza linguística e cognitiva no diagnóstico de TPAC têm sido discutidos na literatura há cerca de duas décadas (Jerger e Musiek, 2000) e esses aspectos são abordados nos principais documentos acerca do PA (ASHA, 2005; AAA, 2010).

Diante disso, Chermak et al. (2017) elaboraram um guia prático, em que recomendam estratégias para minimizar a confusão de variáveis cognitivas e de processamento de linguagem, e diagnosticar com precisão o TPAC. Os autores evidenciam que testes comportamentais usando estímulos não verbais ou de fala simples (por exemplo padrões de frequência ou duração e dicótico de dígitos), bem como testes que minimizam a carga de memória e empregam um simples modo de resposta (por exemplo, GIN e MLD), reduzem a influência de linguagem e fatores cognitivos.

Dentre os testes recomendados pelos autores, foram utilizados no presente estudo o TPF e o GIN. Ambos os testes possuem carga linguística considerada não-verbal e possuem boa sensibilidade e especificidade diagnóstica.

O teste SSW é considerado um teste de PAC que demanda grande competência linguística. Murphy et al. (2013) observaram presença de correlação entre o desempenho do SSW e certas habilidades consideradas "*top down*" (memória e linguagem). Cabe salientar que a escolha do teste SSW para avaliar a habilidade auditiva de figura-fundo para sons linguísticos na presente pesquisa, bem como o início da coleta de dados, foram realizados anteriormente às recomendações de Chermak et al. (2017). Para descartar influência de alterações cognitivas nos participantes do atual estudo, foi realizada avaliação por meio do teste de Raven. Apesar da grande utilização do teste SSW em pesquisas nacionais e na prática clínica, sugere-se que futuros estudos utilizem o teste dicótico de dígitos, a fim de se minimizar as variáveis linguísticas e cognitivas, realizando um diagnóstico considerado de natureza audiológica.

A pesquisa do EIVE é uma ferramenta de grande potencial para o diagnóstico audiológico (Durante e Carvalho, 2002) e para avaliação complementar da população com TPAC, pois as funções atribuídas ao sistema eferente estão fortemente relacionadas as habilidades auditivas. Alguns estudos encontraram valores reduzidos de EIVE quando realizado em população com

TPAC (Muchnik et al., 2004; Sanches e Carvalho, 2006; Burguetti e Carvalho, 2008; Tokgoz- Yilmaz et al., 2013) e em indivíduos com dificuldades de escuta no ruído (De Boer e Thornton, 2008; De Boer et al., 2012; Mishra e Lutman, 2014). Contudo, as informações do comportamento da via eferente após período de TA são escassas e controversas.

Os achados da presente pesquisa indicaram diminuição do EIVE ao longo das avaliações realizadas. Estes dados, foram contrários ao inicialmente esperado quando da elaboração da hipótese deste estudo. A grande variabilidade do EIVE médio encontrado indica que esta medida necessita de novos estudos, controlando a atenção direcionada e a inclusão de um grupo controle. A presente pesquisa buscou investigar nos mesmos indivíduos o efeito do TA na função da via eferente auditiva. O desenho deste estudo não envolvia a inclusão de grupos de comparação. No entanto, estudos futuros que investiguem os impactos do TA em diferentes grupos amostrais podem contribuir para um melhor conhecimento do papel do TA na função da via eferente.

Diante da importância da investigação do EIVE por meio dos procedimentos de EOA e da carência de dados em pesquisas com intervenção terapêutica, novos estudos nesta linha poderão elucidar melhor o comportamento do EIVE nesses indivíduos.

O uso do cálculo do IN traz uma vantagem na possibilidade de comparação entre grupos amostrais, por ser realizada em medida porcentual e não na subtração simples das medidas de EOA, nas condições sem e com ruído contralateral. A realização de novas pesquisas que sigam esta metodologia para monitorar o EIVE trarão mais objetividade sobre os seus resultados para futura prática clínica baseada em evidências científicas comprovadas.

As maiores dificuldades encontradas para a realização deste estudo foram relacionadas ao recrutamento de participantes devido à rigidez dos critérios de inclusão. Alguns dos possíveis pacientes, muitas vezes, possuíam comorbidades associadas ao TPAC ou estavam em atendimento fonoaudiológico, o que poderiam impactar nos resultados da presente pesquisa. Além disso, alguns participantes relataram dificuldade de acesso às sessões, como por exemplo, dificuldade financeira para pagar o transporte público até a USP e o número de visitas necessárias para concluir todas as etapas do estudo.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que o treinamento auditivo por meio do software PER foi eficaz para modificar as respostas auditivas dos testes comportamentais de PAC. Houve aumento de respostas após o TA, com diferença estatisticamente significativa em todos os testes realizados, indicando melhora nas habilidades auditivas de figura-fundo para sons linguísticos, fechamento, ordenação temporal, transferência inter-hemisférica e resolução temporal.

Foi observada diminuição no índice normatizado do EIVE no decorrer das avaliações em orelha direita e esquerda. A correlação entre os testes de PAC e a pesquisa do EIVE nas situações pré e pós TA indicaram que os maiores valores nos testes de PAC estão associados aos menores valores de EIVE.

No entanto, apesar das mudanças observadas no EIVE, a variação de respostas não pode ser atribuída aos efeitos do treinamento auditivo.

8. ANEXOS

Anexo A

Provas 4, 5 e 9 para avaliação dos processos de leitura do protocolo PROLEC

Prova 4: Leitura de palavras.

Distribuição da média e desvio padrão para a prova de Leitura de palavras.

Ano escolar	Média	Desvio padrão
2º	28,14	3,15
3º	28,52	2,05
4º	29,50	1,16
5º	29,50	0,92

Prova 5: Leitura de pseudopalavras.

Distribuição da média e desvio padrão para a prova de Leitura de pseudopalavras.

Ano escolar	Média	Desvio padrão
2º	27,44	3,20
3º	26,94	3,14
4º	28,39	2,35
5º	27,99	2,34

Prova 9: Compreensão de orações.

Distribuição da média e desvio padrão para a prova de Compreensão de orações.

Ano escolar	Média	Desvio padrão
2º	10,78	1,54
3º	11,06	1,06
4º	11,80	0,54
5º	11,81	0,44

Resultados individuais do desempenho nas provas 4, 5 e 9 do PROLEC

Identificação	PROVA 4	PROVA 5	PROVA 9
ISA	29	29	12
MENCS	30	29	12
LMA	28	27	11
LSA	30	28	12
YNC	30	29	12
WPS	28	24	12
TRGS	30	30	12
GBG	29	26	12
ISHS	29	26	12
AVBS	30	28	12
GVC	29	29	12
YNPS	29	28	12
MAA	29	30	12
PHPMS	30	29	12
BCR	28	28	12

Anexo B

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares.

Pesquisador: Renata Mota Mamede Carvalho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 61400716.1.0000.0065

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.818.285

Apresentação do Projeto:

O projeto em questão encontra-se bem elaborado e organizado, abordando tema de interesse na área de Audiologia e tendo como objetivo principal verificar o efeito do treinamento auditivo com o uso do programa de escuta no ruído (PER) na variação das respostas auditivas em escolares.

A casuística será composta por 20 crianças com Transtorno do Processamento Auditivo (TPA), na faixa etária de 8 a 12 anos, que serão recrutados do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Audição Humana (LIFAH) da Faculdade de Medicina da USP (FMUSP).

Os procedimentos que serão realizados são: 1) avaliação audiológica básica, avaliação comportamental do processamento auditivo (central) e avaliação coclear da função auditiva e do Efeito Inibitório da Via Eferente (EIVE); 2) 8 semanas sem intervenção; 3) Treinamento Auditivo com utilização do software Programa de Escuta no Ruído (PER). Nesta etapa ocorrerá avaliação coclear da função auditiva e do EIVE antes do início da primeira sessão (momento 1) e imediatamente após à última sessão de treinamento auditivo (momento 2); 4) 8 semanas sem intervenção; 5) Avaliação final: reavaliação comportamental do processamento auditivo (central) e reavaliação coclear da função auditiva e do EIVE.

Os Resultados serão organizados em planilhas e analisados estatisticamente.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP

Continuação do Parecer: 1.818.285

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo primário da presente pesquisa é verificar o efeito do treinamento auditivo com o uso do programa de escuta no ruído (PER) na variação das respostas auditivas em escolares.

Tem-se como objetivos secundários: verificar melhora nas habilidades auditivas pós programa de treinamento auditivo, verificar a variação do EIVE nas EOA pós treinamento auditivo, verificar a melhora do desempenho do teste fala com ruído, quando realizado em diferentes intensidades, verificar relação entre EIVE e tarefa de fala no ruído nas diferentes intensidades aplicadas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos envolvidos (risco mínimo).

Quanto aos benefícios, o estudo trará contribuição ao conhecimento de processos envolvidos na audição de escolares que realizam treinamento auditivo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto de doutorado que apresenta como objetivo principal verificar o efeito do treinamento auditivo com o uso do programa de escuta no ruído (PER) na variação das respostas auditivas em escolares.

O projeto encontra-se bem elaborado e organizado, e a metodologia adequada para atingir os objetivos propostos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória (termos de consentimento e de assentimento) encontram-se com linguagem adequada. Porém o endereço do CEP-FMUSP que consta no termo de assentimento encontra-se incorreto. Sugiro que o mesmo seja adequado.

Recomendações:

Nada a declarar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

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

FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMUSP

Continuação do Parecer: 1.818.285

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_793869.pdf	24/10/2016 12:04:44		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	24/10/2016 12:02:18	Renata Mota Mamede Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento.pdf	24/10/2016 12:00:53	Renata Mota Mamede Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.pdf	24/10/2016 12:00:17	Renata Mota Mamede Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	folharostotpichelli.pdf	18/10/2016 11:23:11	Renata Mota Mamede Carvalho	Aceito
Outros	cadastroonlinetpichelli.pdf	18/10/2016 11:22:21	Renata Mota Mamede Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 09 de Novembro de 2016

Assinado por:
Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
(Coordenador)

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

Anexo C

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL
LEGAL

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

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

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

DADOS SOBRE A PESQUISA

TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: ***Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares.***

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Prof. Dra. Renata Mota Mamede Carvalho
(CRFa/SP: 2- 4027)

PESQUISADOR EXECUTANTE: Fga Tathiany Silva Pichelli (CRFa/ SP: 2-16984)

AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO	(X)	RISCO MÉDIO	()
RISCO BAIXO	()	RISCO MAIOR	()

DURAÇÃO DA PESQUISA : 48 meses

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Essas informações estão sendo fornecidas para participação voluntária de seu filho (a) neste estudo, que visa obter maiores informações sobre o efeito do treinamento auditivo na audição de crianças com transtorno do processamento auditivo, comparando o resultado do desempenho das crianças nas etapas pré e pós treinamento auditivo.

Todos os participantes do estudo passarão por avaliação auditiva composta pela audiometria tonal (a criança deve avisar todas as vezes em que escutar um apito através dos fones de ouvido, assim sendo possível identificar qual o volume de som mais baixo que ela ouve); logaudiometria (a criança deverá repetir palavras curtas, sendo possível identificar se a criança percebe e reconhece sons da fala); imitanciometria (um pequeno fone será colocado na orelha da criança, e ela irá sentir uma pressão no ouvido e escutará alguns apitos, não sendo necessário que a criança responda); emissões otoacústicas e medida do efeito inibitório da via eferente (serão colocados pequenos fones que emitem sons de baixo volume, e a criança não precisará dizer ou fazer nada, pois o aparelho mede automaticamente a audição). Depois, vamos verificar as respostas da orelha novamente, pois repetiremos o exame com a apresentação de outro som (ruído) na outra orelha; avaliação do processamento auditivo (verificar se existem alterações na forma como a criança entende o que escuta); treinamento auditivo (programa de estimulação que auxilia no desenvolvimento

ou reabilitação das habilidades auditivas, ajudando a criança a melhorar o entendimento dos sons quando escuta).

Ao todo, a avaliação inicial, o programa de treinamento auditivo e a avaliação final terão 5 etapas, com a duração de 24 semanas. Neste período, o participante necessitará comparecer ao Centro de Docência e Pesquisa em Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP na Cidade Universitária em 10 (dez) encontros: na etapas de avaliação inicial (uma sessão de 2 horas), etapa de treinamento auditivo (8 sessões com duração de 50 min cada, realizadas uma vez por semana) e na avaliação final (uma sessão de 2 horas).

Não existem riscos ou desconfortos na realização dos procedimentos. A realização dos exames também não traz qualquer prejuízo ao paciente, nem interfere em seu estado de saúde. Todos os procedimentos são não invasivos e indolores.

Se você preferir que seus dados não sejam utilizados nesta pesquisa, mesmo após ter realizado os exames, sua vontade será respeitada. Como pesquisadora responsável pelo projeto, garanto que sua identidade não será revelada em qualquer etapa do estudo e seus dados serão utilizados apenas nesta pesquisa. Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. As responsáveis por esta pesquisa são: O principal investigador é a Dra Renata Mota Mamede Carvallo que pode ser encontrado no endereço Rua Cipotânea, 51 Telefone(s) (11) 30918451.

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

Você tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “***Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares.***”

Eu discuti com o Dr. (***Renata Mota Mamede Carvalho***) sobre a minha decisão de meu filho (a) participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a participação de meu filho (a) é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário.

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

Assinatura do responsável

Data ____/____/____

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____/____/____

Anexo D

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO (Escolares de 7 a 12 anos de idade)

DADOS DA PESQUISA

Título da pesquisa - Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares.

Pesquisador principal – Profa. Dra. Renata Mota Mamede Carvalho
Departamento/Instituto – Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP

Você está sendo convidado (a) participar desta pesquisa que vai procurar saber se crianças que participam de um período de treinamento auditivo podem sentir mudança na forma com que entendem a fala de outras pessoas, mesmo que estejam em um ambiente com muito barulho.

Assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de crianças para participar de uma pesquisa.

Você foi convidado (a) a participar do estudo porque já fez uma avaliação de audição e o resultado mostrou que mesmo você tendo uma audição esperada para crianças de sua idade, em algumas situações com muito barulho você tem mais dificuldade para entender as palavras que escuta. Muitas crianças têm dificuldade de entender o que as outras pessoas dizem quando existe muito barulho em um lugar. Por isso, estamos tentando saber como melhorar e ajudar as crianças que tem esta dificuldade.

Vamos medir a sua audição e depois marcar, com os seus pais, 8 sessões de treinamento de audição para você aqui neste prédio. Nestas sessões, você vai escutar palavras através de um fone ligado a um computador, e vai marcar o que você entende. O som não é alto, você só vai precisar prestar atenção no que escuta. Vamos usar um jogo de computador para fazer o treinamento. Nele você vai ouvir ao mesmo tempo palavras e um barulho. O jogo tem diversas fases e mudará de fase conforme seus acertos. Quando as sessões acabarem, você irá retornar a este prédio, depois de uma pausa de 8 semanas, para medirmos sua audição novamente.

O treinamento não é perigoso e você não sentirá nenhum desconforto.

Após realizar o treinamento, será mais fácil de você entender o que as pessoas falam quando há barulho.

A todo o momento você poderá dizer que não quer mais participar do estudo e não será penalizado por isso. Todas as suas informações serão secretas. Você receberá uma cópia deste documento e sempre que tiver qualquer dúvida, poderá perguntar para a pessoa que faz seu treinamento.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal investigador é a Prof. Dra Renata Mota Mamede Carvalho que pode ser encontrado no endereço Rua Cipotânea, 51, Telefone (11) 3091-8415 e-mail: renamaca@usp.br. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549, das 7 às 16h de segunda a sexta feira ou por e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br

Você concorda em participar do estudo?

Fui suficientemente informado a respeito do estudo Impacto do treinamento auditivo com atividades de escuta no ruído na inibição eferente das emissões otoacústicas de escolares.

Eu conversei sobre as informações acima com o Pesquisador Responsável (Prof. Dra Renata MM Carvalho) ou pessoa (s) por ela indicada (s)

(.....) Sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de assentimento e recebo uma via assinada pelo pesquisador.

_____/____/____
 Nome por extenso do participante Data

 Assinatura do participante

 Nome do pai/mãe/representante legal Assinatura

_____/____/____
 Assinatura do responsável pelo estudo Data

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO (OU ETIQUETA INSTITUCIONAL DE IDENTIFICAÇÃO) DO PARTICIPANTE DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

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

2. RESPONSÁVEL LEGAL: _____

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: _____ SEXO : M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO: ____/____/____

ENDEREÇO: _____ Nº ____ APTO: ____

BAIRRO: _____ CIDADE: _____

CEP: _____ TELEFONE: DDD (____) _____

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AAA – American Academy of Audiology. Clinical Practice Guidelines – Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder. 2010. Disponível em: <http://www.audiology.org/resources/documentlibrary/Pages/CentralAuditoryProcessingDisorder.aspx>
2. Abdala, C, Ma, E, Sininger, YS. Maturation of medial efferent system function in humans. J. Acoust. Soc. Am. 1999;105, 2392–2402. doi:10.1121/1.426844.
3. Alonso R, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em crianças com transtorno de processamento auditivo (central): avaliação comportamental e eletrofisiológica. Braz. J. Otorhinolaryngol. 2009; 75 (5): 726-32.
4. Amaral IEBR, Carvallo RMM. Limiar e latência do reflexo acústico sob efeito de estimulação contralateral. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2008;13:1-6.
5. American Academy of Audiology. Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2015. Disponível em: <https://www.asha.org/PRPSpecificTopic.aspx?folderid=8589943561§ion=References>
6. Anderson S, Kraus N. Objective Neural Indices of Speech-in-Noise Perception. Trends in Amplification. 2010; 14(2): 73-83
7. ASHA – American Speech-Language-Hearing Association. (Central) Auditory Processing disorders [Technical Report]. 2005. Disponível em: <http://www.asha.org/docs/html/TR2005-00043.html>

8. ASHA – American Speech-Language-Hearing Association. Task force on central auditory processing consensus development: central auditory current status of research and implications for clinical practice. *J Am Acad Audiol*. 1996; 5:41-54.
9. Auditec. Evaluation of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. St Louis: Auditec; 1997.
10. Backus BC, Guinan JJ Jr. Measurement of the distribution of medial olivocochlear acoustic reflex strengths across normal-hearing individuals via otoacoustic emissions. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2007;8(4):484-96
11. Balen S A, Silva LTN. Programas Computadorizados no Treinamento Auditivo. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastacio ART. *Tratado de Audiologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p.523-31.
12. Balen S A. Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e duração: desempenho de escolares entre 7 e 11 anos. [Tese]. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo;2001.
13. Becker KT, Costa MJ, Lautenschlager L, Tochetto TM, dos Santos SN. Speech recognition in individuals having a clinical complaint about understanding speech during noise or not. *Int arch Otorhinolaryngol*. 2011; 15 (3): 276-82.
14. Bellis TJ. Assessment and management of central auditory processing disorders: from science to practice. San Diego: Singular Publishing Group; 1996.
15. Bidelman GM, Bhagat SP. Right-ear advantage drives the link between olivocochlear efferent “antimasking” and speech-in-noise listening benefits. *NeuroReport*.2015; 26(8), 483–87. doi:10.1097/wnr.0000000000000376

16. Bonaldi LV, Angelis MA e Smith RL. Hodologia do Sistema Auditivo: Vias Auditivas. In: Pereira LD e Schochat E. Processamento Auditivo Central – Manual de Avaliação. Lovise, São Paulo, 1997.
17. Boothalingam S, Allan C, Allen P, Purcell D. Cochlear Delay and Medial Olivocochlear Functioning in Children with Suspected Auditory Processing Disorder. *oS One*. 2015;10(8):e0136906. doi: 10.1371/journal.pone.0136906. eCollection 2015
18. Brasil PD, Schochat E. Eficácia do treinamento auditivo utilizando o software Programa de Escuta no Ruído (PER) em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar [Internet]. *Codas*. 2018; 30(5): e20170227. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20182017227>
19. Bruel MLF, Sanchez TG, Bento RF. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *Arq Otorrinolaringol* 2001;5(2):62-7.
20. Burguetti FAR, Carvallo RMM. Sistema auditivo eferente: efeito no processamento auditivo. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*. 2008, 74(5): 737-745.
21. Calarga KS. Tradução e adaptação de software de treinamento auditivo para escolares. [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.
22. Cameron S, Glyde H, Dillon H. Efficacy of the LiSN & Learn auditory training software: randomized blinded controlled study. *Audiol Res*. 2012;2(1):e15. Published 2012 Sep 18. doi:10.4081/audiore.2012.e15
23. Capellini SA, Oliveira AM, Cuetos, F. *PROLEC: Provas de Avaliação dos Processos de Leitura*. São Paulo, SP: Casa do Psicólogo, 2012.

24. Chermak GD, Musiek FE. Eletrophysiologic assessment of central auditory processing disorders. In: Chermak GD, Musiek FE. In: Chermak GD, organizador. Central auditory processing disorders: new perspectives. San Diego, CA: Singular Publishing Group Inc.; 1997. p. 129-50

25. Chermak GD, Bamiou DE, Vivian Iliadou V, Musiek FE. Practical guidelines to minimise language and cognitive confounds in the diagnosis of CAPD: a brief tutorial. *Int J Audiol.* 2017;56(7):499-506. doi: 10.1080/14992027.2017.1284351.

26. Chermak GD. Neurobiological connections are key to APD. *Hear J.* 2004; 57(4):58-9.

27. Comerlatto Junior AA, Silva MP, Balen SA. Software para reabilitação auditiva de crianças com distúrbios no processamento auditivo central. *Rev Neurocienc.* 2010;18(4):454-62.

28. Danzl MM, Etter NM, Andreatta RD, Kitzman PH. Facilitating neurorehabilitation through principles of engagement. *J Allied Health.* 2012;41(1):35–41

29. Davis MH, Johnsrude IS. Hierarchical processing in spoken language comprehension. *J Neurosci.* 2003;23(8):3423-3431. doi:10.1523/JNEUROSCI.23-08-03423.2003

30. De Boer J, Thornton AR. Effect of subject task on contralateral suppression of click evoked otoacoustic emissions. *Hear Res.* 2007; 233:117–23.

31. De Boer J, Thornton ARD, Krumbholz K. What is the role of the medial olivocochlear system in speech-in-noise processing? *J Neurophysiol.* 2012;107:1301-12.

32. De Boer J, Thornton ARD. Neural correlates of perceptual learning in the auditory brainstem: efferent activity predicts and reflects improvement at a speech-in-noise discrimination task. *J Neurosci*. 2008;28(19):4929 – 37.
33. de Wit E, Visser-Bochane MI, Steenbergen B, van Dijk P, van der Schans CP, Luinge MR. Characteristics of Auditory Processing Disorders: A Systematic Review. *J Speech Lang Hear Res*. 2016;59(2):384-413.
34. Deeter R, Abel R, Calandruccio L, Dhar S. Contralateral acoustic stimulation alters the magnitude and phase of distortion product otoacoustic emissions. *J. Acoust. Soc. Am*. 2009; 126, 2413–24. doi:10.1121/1.3224716
35. Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of linear and nonlinear transient evoked otoacoustic emissions in neonates at risk for hearing loss. *J Commun Disord*. 2008; 41(1):70-83.
36. Durante AS, Carvalho RMM. Contralateral suppression of otoacoustic emission in neonates. *Int J Audiol* 2002;41:211-5.
37. Durante AS, Carvalho RMM. Mudanças das emissões otoacústicas por transientes na supressão contralateral em lactentes. *Pro Fono*. 2006;18(1):49-56.
38. Eggermont JJ. Auditory temporal processing and its disorders. Oxford University press; 2015.
39. Fletcher MD, Krumbholz K, de Boer J. Effect of Contralateral Medial Olivocochlear Feedback on Perceptual Estimates of Cochlear Gain and Compression. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2016;17(6):559-75.
40. Frota S, Pereira LD. Processamento auditivo: estudo em crianças com distúrbios da leitura e da escrita. *Rev Psicopedagogia*. 2010; 27(83): 214-22.

41. Fujioka T, Ross B, Kakigi K, Pantev C, Trainor, L J. One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*. 2006; 129: 2593–608.
42. Gaab N, Gaser C, Schlaug G. Improvement-related functional plasticity following pitch memory training. *Neuroimage*. 2006; 31:255-63.
43. Garinis AC, Glatcke T, Cone BK. The MOC reflex during active listening to speech. *J Speech Lang Hear Res*. 2011; 54(5):1464-76. doi: 10.1044/1092-4388(2011/10-0223). Epub 2011 Aug 23.
44. Germano GD, Capellini SA. Eficácia do programa de remediação auditivo-visual computadorizado em escolares com dislexia. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2008;20(4):237-42.
45. Giraud AL, Garnier S, Micheyl C, Lina G, Chays A, Chery-Croze S. Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility. *Neuroreport*. 1997; 8: 1779-83.
46. Guinan JJ Jr. Olivocochlear efferents: Their action, effects, measurement and uses, and the impact of the new conception of cochlear mechanical responses. *Hear Res*. 2018;362:38-47.
47. Guinan JJ. Cochlear efferent innervation and function. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;18:447–53.
48. Guinan JJ. Olivocochlear efferent function: issues regarding methods and the interpretation of results. *Front Syst Neurosci*. 2014; 8:142.
49. Guinan JJ. Olivocochlear Efferents: Anatomy, Physiology, Function, and the Measurement of Efferent Effects in Humans. *Ear & Hearing*. 2006;27(6):589 – 607.

50. Harkrider AW, Smith SB. Acceptable noise level, phoneme recognition in noise, and measures of auditory efferent activity. *J Am Acad Audiol* 2005; 16:530–45.
51. Henin S, Long GR, Thompson S. Wideband detection of middle ear muscle activation using swept-tone distortion product otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am*. 2014; 136(1):272-83. doi: 10.1121/1.4883361.
52. Hill JC, Prasher DK, Luxon LM. Evidence efferent effects on auditory afferent activity and their functional relevance. *Clin Otolaryngol* 1997; 22:394-402.
53. Hill JC, Prasher DK, Luxon LM. Evidence for efferent effects on auditory afferent activity, and their functional relevance. *Ear and Hearing*. 2001; 22 (30):173-81
54. Hood LJ, Berlin CI, Hurley A, Cecola RP, Bel B. Contralateral inhibition of transient-evoked otoacoustic emissions in humans: Intensity effects. *Hear Res*. 1996; 101(1):113–118.
55. Hood LJ, Berlin CI. Clinical applications of otoacoustic emissions. In: Berlin CI, Hood LJ, Ricci A. (Eds.) *Hair cells micromechanics and otoacoustic emissions: new developments*. San Diego: Singular Publishing - Thomsen Learning;2001. p. 121-37.
56. Howard CS, Munro KJ, Plack CJ. Listeners' effort at signal-to-noise ratios that are typical of the school classroom. *Int J Audiol*. 2010; 49(12): 928-32: Disponível em: http://audiologyweb.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%208-2010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf.

57. Jerger J, Musiek F E. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. *J. Am. Acad. Audiol.* 2000; 9(11):467-74.
58. Jesus NO, Angrisani RG, Maruta EC, Azevedo MF. Suppression effect of otoacoustic emissions in term and preterm infants. *Codas.* 2016; 4;0:0.
59. Jirsa RE, Clontz KB. Long latency auditory event-related potentials from children with auditory processing disorders. *Ear Hear.* 1990;11(3):222-32.
60. Jirsa RE. Clinical efficiency of electrophysiologic measures in APD management programs. *Semin Hear.* 2002; 23(4):349-56.
61. Kalaiah MK, Lasrado A, Pinto N, Shastri U. Short Term Test-Retest Reliability of Contralateral Inhibition of Distortion Product Otoacoustic Emissions. *J Audiol Otol.* 2018;22(4):189-196. doi:10.7874/jao.2018.00038
62. Katz J, Tillery KL. Uma introdução ao processamento auditivo. In: *Audição abordagens atuais*. Carapicuíba: Pró Fono; 1997. p. 147-72.
63. Katz J. The use of SSW for assessing the integrity of the central auditory nervous system. *J Audit Res.* 1962; 2: 327-37.
64. Kawase T, Delgutte B, Liberman MC. Antimasking effects of the olivocochlear reflex, II: enhancement of auditory-nerve response to masked tones. *J Neurophysiol* 1993; 70: 2533-49
65. Kozłowski L, Wiemes GMR, Magni C, Silva ALG. A efetividade do treinamento auditivo na desordem do processamento auditivo central: estudo de caso. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004; 70(3):427-32.

66. Kraus N, White Schwoch T. Unraveling the Biology of Auditory Learning: A Cognitive–Sensorimotor– Reward Framework. *Trends Cogn Sci*. 2015;19(11):642-54. doi: 10.1016/j.tics.2015.08.017.
67. Kraus N. Speech sound perception, neurophysiology and plasticity. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1999; 47(2):35-47.
68. Lichtenhan JT, Wilson US, Hancock KE, Guinan JJ. Medial olivocochlear efferent reflex inhibition of human cochlear nerve responses. *Hear Res*. 2016; 333 :216-24.
69. Ludwig A A, Fuchs M, Kruse E, Uhlig B, Kotz S A, Rübsamen R. Auditory processing disorders with and without central auditory discrimination deficits. *J. Assoc. Res. Otolaryngol*.2014;15:441–64.
70. Luo F, Wang Q, Kashani A, Yan J. Corticofugal modulation of initial sound processing in the brain. *Journal of Neuroscience*. 2008; 28: 11615-11621
71. Maison S, Micheyl C, Collet L. Influence of focused auditory attention on cochlear activity in humans. *Psychophysiology*. 2001;38(1):35-40.
72. Mangabeira-Albernaz P, Mangabeira-Albernaz PL, Mangabeira-Albernaz LG, Mangabeira-Albernaz PFO. *Otorrinolaringologia Prática*. 10ª edição. São Paulo: Savier;1981.
73. Matas CG, Silva FN, Leite RA, Samelli AG. Estudo do efeito de supressão no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. *Pró-Fono*. 2010;22:281-6.
74. Melo A, Costa MJ, Garcia MV, Filha VAVS, Biaggio EPV. O uso de software no treinamento auditivo em crianças: revisão teórica. *Rev. CEFAC*. 2015; 17(6):2025-32.

75. Melo A, Mezzomo CL, Garcia MV, Biaggio EPV. Efeitos do treinamento auditivo computadorizado em crianças com distúrbio do processamento auditivo e sistema fonológico típico e atípico. *Audiol Commun Res*. 2016;21:e1683
76. Mepani AM, Kirk SA, Hancock KE, Bennett K, de Gruttola V, Liberman MC, Maison SF. Middle Ear Muscle Reflex and Word Recognition in “Normal-Hearing” Adults: Evidence for Cochlear Synaptopathy?. *Ear & Hearing*. 2020; 41(1):25-38.
77. Micheyl C, Collet L. Involvement of the olivocochlear bundle in the detection of tones in noise. *J Acoustic Soc Am*. 1996; 3: 1604-10.
78. Miller JD, Watson CS, Kewley-Port D, Sillings R, Milss WB, Burleson DF. SPATS: Speech Perception Assessment and Training System. *J Acoustic Soc Am*. 2007; 122(5): 3063.
79. Mishra SK, Lutman ME. Repeatability of click-evoked otoacoustic emission-based medial olivocochlear efferent assay. *Ear Hear*. 2013;34(6):789-798. doi:10.1097/AUD.0b013e3182944c04
80. Mishra SK, Lutman ME. Top-down influences of the medial olivocochlear efferent system in speech perception in noise. *PLos One*. 2014; 9 (1): e85756.
81. Mishra SK. Medial efferent mechanisms in children with auditory processing disorders. *Front Hum Neurosci*. 2014; 8:860
82. Moore DR e Amitay S. Auditory Training: Rules and Applications – *Semin Hear*. 2007;28(2):99 – 109.
83. Moore DR. Listening difficulties in children: bottom-up and top-down contributions. *J Commun Disord*. 2012; 45 (6): 411-8.

84. Morais AA, Rocha-Muniz CN, Schochat E. Efficacy of Auditory Training in Elderly Subjects. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2015; 7: 1-9.
85. Muchnik C, Roth DA, Othman-Jebara R, Putter-Katz H, Shabtai EL, Hildesheimer M. Reduced Medial Olivocochlear Bundle system function in children with auditory processing disorders. *Audiol Neurotol*. 2004; 9: 107-14.
86. Murphy CFB, La Torre R, Schochat E. Associação entre habilidades top-down e testes de processamento auditivo. *Braz. J. Otorhinolaryngol*. 2013; 79(6): 753-59.
87. Murphy CFB. Desenvolvimento de software para treinamento auditivo e aplicação em crianças com dislexia. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008.
88. Musiek F, Schochat E. Auditory training and central auditory processing disorders: a case study. *Semin Hear*. 1998; 19(4):357-66.
89. Musiek FE e Berge B. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters MG, Stecker NA, Katz J, editors. *Central auditory processing disorders: mostly management*. Boston: Allyn e Bacon; 1998. p. 15 – 32.
90. Musiek FE, Chermak GD, Weihing J. Auditory Training. In: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of Central Auditory Processing Disorder*, Plural Publishing, 2007
91. Musiek FE, Pinheiro ML. Frequency patterns in cochlear, brainstem and cerebral lesion. *Audiology*. 1987;26(2):76-88
92. Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training, and auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002; 23(4):263-75.

93. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JÁ, Zaidan E. GIN (Gaps-in-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear.* 2005; 26(6): 608-18.
94. Musiek FE, Zaidan E, Baran JA, Shinn JB, Jirsa RE. Assessing temporal processes in adults with LD: the GIN test. In: *Convention of American Academy of Audiology*; 2004; March – April; Salt Lake City, USA. *Annals.* p. 203.
95. Oba SI, Fu QJ, Galvin JJ. Digit training in noise can improve cochlear implant user's speech understanding noise. *Ear Hear.* 2011; 32(5):573-81.
96. Pereira LD e Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Barueri (SP): Pró-Fono, 2011.
97. Pereira, LD. Processamento auditivo. *T Desenv.* 1993; 2 (11):7-14.
98. Pichelli TS, Soares JC, Cibir BC, Carvallo RMM. Efeito da estimulação contralateral nas medidas de reflectância acústica. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2015;81(5):466-72.
99. Pires MM, Schochat E. The effectiveness of an auditory temporal training program in children who present voiceless/voiced-based orthographic errors. *PLoS ONE.* 2019; 14(5): e0216782. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216782>
100. Rajan R. Electrical stimulation of the inferior colliculus at low rates protects the cochlea from auditory desensitization. *Brain Res.* 1990; 506: 192-204.
101. Rasmussen G L. The olivary peduncle and other projections of the superior olivary complex. *J Comp Neurol.* 1946; 84: 141–220.

102. Russo NM, Nicol TG, Zecker SG, Hayes EA, Kraus N. Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behav Brain Res.* 2005;156(1):95-103.
103. Sahley TL, Nodar RH, Musiek FE. Clinical Relevance. In: *Efferent Auditory System*. San Diego: Singular Publishing Group; 1997. p. 7-24.
104. Salo SK, Lang AH, Salmivalli AJ, Johansson Rk, Peltola MS. Contralateral white noise masking affects auditory N1 and P2 waves differently. *Int J Psychophysiol.* 2003; 17(4):189-94.
105. Samelli AG, Mecca FFDN. Treinamento auditivo para transtorno do processamento auditivo: uma proposta de intervenção terapêutica. *Rev Cefac.* 2010;12(2):235-241.
106. Samelli AG, Schochat E. Processamento auditivo, resolução temporal e teste de detecção de GAP: revisão da literatura. *Rev CEFAC.* 2008; 10(3):369-77.
107. Sanches SGG, Carvallo RMM. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emissions in children with auditory processing disorder. *Audiol Neurotol.* 2006; 11(6):366-72.
108. Santos TM, Russo IP. Logaudiometria. In: Santos TM, Russo IP. *A prática da audiologia clínica*. 4ª ed São Paulo: Cortez; 1986. p. 81-98.
109. Schafer EC, Bryant D, Sanders K, Baldus N, Lewis A, Traber J, Layden P, Amin A, Algier K. Listening comprehension in background noise in children with normal hearing. *Journal of Educacional Audiology.* 2013; 19: 58-64.
110. Schochat E, Matas CG, Samelli AG, Carvallo RMM. From otoacoustic emission to late auditory potentials P300: the inhibitory effect. *Acta Neurobiol Exp.* 2012; 72:1-12.

111. Schochat E. Insights for management of processing disorders. *Hear J.* 2004; 57(10):58.
112. Schochat, E. Percepção de fala: presbiacusia e perda auditiva induzida pelo ruído. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo; 1994.
113. Scott SK, Rosen S, Wickham L, Wise RJ. A positron emission tomography study of the neural basis of informational and energetic masking effects in speech perception. *J Acoust Soc Am.* 2004;115(2):813-821. doi:10.1121/1.1639336
114. Shuai L, Gong T. Temporal relation between to-down and bottom-up processing in lexical tone perception. *Front Behav Neurosci.* 2014; 8:97-102.
115. Slater J, Skoe E, Strait DL, O'Connell S, Thompson E, Kraus N. Music training improves speech-in-noise perception: Longitudinal evidence from a community-based music program. *Behavioural Brain Research.* 2015; 291: 244–52.
116. Smith SB, Cone B. The medial olivocochlear reflex in children during active listening. *Int J Audiol.* 2015; 54(8): 518–23. doi:10.3109/14992027.2015.1008105.
117. Song JH, Skoe E, Banai K, Kraus N. Training to improve hearing speech in noise: biological mechanisms. *Cereb Cortex.* 2012; 22:1180–90.
118. Stuart A, Butler AK. Contralateral suppression of transient otoacoustic emissions and sentence recognition in noise in young adults. *J Am Acad Audiol* 2012; 23:686–96.

119. Stuart A, Daughtrey ER. On the Relationship Between Musicianship and Contralateral Suppression of Transient-Evoked Otoacoustic Emissions. *J Am Acad Audiol*. 2016; 27:333–44. DOI: 10.3766/jaaa.15057
120. Tokgoz-Yilmaz S, Kose SK, Tukeyilmaz MD, Atay G. The role of medial olivocochlear system in the complaints of understanding speech in noisy environments by individuals with normal hearing. *Auris Nasus Larynx*. 2013;40:521 – 4.
121. Warrier CM, Johnson KL, Hayes EA, Nicol T, Kraus N. Learning impaired children exhibit timing deficits and training-related improvements in auditory cortical responses to speech in noise. *Exp Brain Res*. 2004;157(4):431-41.
122. Weihing J, Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training for Central Auditory Processing Disorder. *Semin Hear*. 2015;36(4):199-215.
123. Wilson RH, Strouse AL. A audiometria com estímulos de fala. In: Musiek FE, Rintelman WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditive*. Barueri: Manole, 2001, 21-62. Portuguese.
124. Winslow RL, Sachs MB. Effect of electrical stimulation of the crossed olivocochlear bundle on auditory nerve response to tones in noise. *J Neurophysiol* 1987; 57:1002–1021.
125. Włodarczyk E, Szkiełkowska A, Skarżyński H, Piłka A. Assessment of the efficiency of the auditory training in children with dyslalia and auditory processing disorders. *Otolaryngol Pol*. 2011;65(5):339-44.
126. Zekveld AA, Heslenfeld DJ, Festen JM, Schoonhoven R. Top-down and bottom-up processes in speech comprehension. *Neuroimage*. 2006;32(4):1826-1836. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.04.199

127. Ziegler JC, Pech-Georgé C, George F, Lorenzi C. Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Dev Sci.* 2009; 12(5): 732-45.