

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Medicina

**EFETIVIDADE DO TREINAMENTO AUDITIVO SOBRE AS RESPOSTAS
COMPORTAMENTAIS E ELETROFISIOLÓGICAS EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO**

ALINE REJANE ROSA DE CASTRO

Belo Horizonte

2016

ALINE REJANE ROSA DE CASTRO

**EFETIVIDADE DO TREINAMENTO AUDITIVO SOBRE AS RESPOSTAS
COMPORTAMENTAIS E ELETROFISIOLÓGICAS EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais - Faculdade de Medicina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dra. Luciana Macedo de Resende

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Patrícia Cotta Mancini

Belo Horizonte

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor: Prof. Jaime Arturo Ramírez

Vice-Reitora: Profa. Sandra Regina Goulart Almeida

Pró- Reitor de Pós-Graduação: Prof. Rodrigo Antônio de Paiva Duarte

Pró- Reitora de Pesquisa: Profa. Adelina Martha dos Reis

FACULDADE DE MEDICINA

Diretor da Faculdade de Medicina: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Vice-Diretor da Faculdade de Medicina: Prof. Humberto José Alves

Coordenadora do Centro de Pós-Graduação: Profa. Sandhi Maria Barreto

Subcoordenadora: Profa. Ana Cristina Côrtes Gama

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS

Coordenadora: Stela Maris Aguiar Lemos

Subcoordenadora: Maria Augusta de Lima Friche

COLEGIADO

Profa. Andréa Rodrigues Motta - Titular

Profa. Helena Maria Gonçalves Becker - suplente

Profa. Adriane Mesquita de Medeiros - Titular

Profa. Vanessa de Oliveira Martins-Reis - suplente

Profa. Amélia Augusta de Lima Friche - Titular

Profa. Patrícia Cotta Mancini - suplente

Profa. Ana Cristina Côrtes Gama - Titular

Prof. Marco Aurélio Rocha Santos - suplente

Profa. Luciana Macedo de Resende - Titular

Prof. Juliana Nunes Santos - suplente

Aline Rejane Rosa de Castro - Disc. Titular

Aline Almeida Fontes - Disc. Suplente



ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA ALINE REJANE ROSA DE CASTRO

Realizou-se, no dia 28 de março de 2016, às 13:30 horas, Sala de Videoconferência do HC-UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *ESTUDO DAS RESPOSTAS ELETROFISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS PRÉ E PÓS TREINO AUDITIVO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO*, apresentada por ALINE REJANE ROSA DE CASTRO, número de registro 2014658336, graduada no curso de FONOAUDIOLOGIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Luciana Macedo de Resende - Orientador (UFMG), Prof(a). Patricia Cotta Mancini (UFMG), Prof(a). Liliane Desgualdo Pereira (UNIFESP), Prof(a). Marco Aurelio Rocha Santos (UFMG).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 28 de março de 2016.

Prof(a). Luciana Macedo de Resende (Doutora)

Prof(a). Patricia Cotta Mancini (Doutora)

Prof(a). Liliane Desgualdo Pereira (Doutor)

Prof(a). Marco Aurelio Rocha Santos (Doutor)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter colocado em minha vida pessoas tão especiais e por conduzir e iluminar sempre o meu caminho.

À Luciana Macedo pela oportunidade, incentivo. Por ter confiado em meu potencial e acompanhar cada etapa do meu crescimento ao longo desta caminhada.

À Patrícia Mancini pela acolhida, disponibilidade e colaboração desde a concepção até os detalhes finais do trabalho.

Aos meus pais, mães e avós por serem meu alicerce, pelo apoio incondicional e pelo exemplo de dedicação e amor.

À Casa de Irene e Siqueirada por acompanharem de perto cada passo, pelo carinho, amizade e leveza que me acrescentam.

Ao Anderson, pelo amor, zelo e compreensão nos momentos difíceis. Por compartilhar sonhos comigo e sempre me incentivar a crescer.

Aos colegas do Mestrado por partilharem emoções, descobertas e momentos preciosos. Agradeço especialmente à Suzana, amiga querida e dupla de sempre!

Ao Dr. Gianpaollo Mazzoni pela inestimável contribuição no suporte técnico e operacional para a formatação da plataforma Labat.

Ao Dr. Marco Aurélio Rocha Santos pelas cuidadosas observações e presteza em participar das bancas de qualificação e defesa deste trabalho.

À Dra. Liliane Desgualdo, pela gentileza e cuidado com que avaliou e comentou o trabalho. Também pela oportunidade de trocar conhecimentos e experiências.

À Ludimila Labanca pela paciência e gentileza em discutir a estatística do artigo principal e por me apresentar novos caminhos. À Dra. Juliana Nunes pelas valiosas contribuições acrescentadas durante a qualificação do projeto.

Às alunas do curso de Fonoaudiologia da UFMG pela oportunidade de praticar a docência. Ao Projeto de Extensão em Avaliação e Terapia do Processamento Auditivo por tornar possível a conclusão deste trabalho. À Simone, pela dedicação ao projeto e por dividir cada pequena conquista comigo.

Aos pacientes e profissionais do Ambulatório de Fonoaudiologia do HC-UFMG pela confiança e apoio na realização da pesquisa.

À Renata Jacques por me inspirar a transpor desafios. À equipe da AUDIVIVA pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

À CAPES pelo auxílio financeiro ao meu desenvolvimento no curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas por permitir a conclusão de mais uma etapa em minha jornada acadêmica. Ao Colegido do curso e professores associados, minha gratidão pelo aprendizado e trocas de experiências.

À UFMG por me receber de volta e continuar sendo minha casa.

A todos que de alguma forma contribuíram para que este sonho se concretizasse.

RESUMO

Introdução: O Transtorno do Processamento Auditivo (TPA) é complexo e afeta não apenas o comportamento auditivo do paciente. O treinamento auditivo (TA) promove a neuroplasticidade, sendo amplamente utilizado em indivíduos com TPA para melhorar das habilidades auditivas. É importante integrar achados comportamentais e eletrofisiológicos no diagnóstico do TPA e na verificação da efetividade do TA.

Objetivos: Revisar a literatura nacional sobre Potencial Evocado de Média Latência (PEAML) e verificar a efetividade do TA em crianças e adolescentes com TPA.

Métodos: Dos 1315 artigos encontrados em bases indexadas, oito atenderam aos critérios de inclusão e foram iniciativa STROBE. Na análise de efetividade do TA foi realizado estudo quase-experimental prospectivo com 50 normo-ouvintes de oito a 16 anos com TPA usando os testes comportamentais Staggered Spondaic Words (SSW), Pitch Pattern Sequence (PPS), Fala com Ruído e Masking Level Difference (MLD) e os eletrofisiológicos Auditory Brainstem Response (ABR), MLR e P300. O G1 (n=25) fez oito sessões de TA e estimulação em casa. O grupo controle não realizou estimulação auditiva até a reavaliação. A análise estatística considerou intervalos de confiança de 95% nível de significância de 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Predominaram estudos transversais (75%); cliques (100%) até 11/s (100%) a 70 dBNA (88%); filtros de 10Hz (50%) a 200Hz (75%); eletrodos em C3/C4/A1/A2/Fpz (88%); amplitude Na-Pa para normalidade; e ANOVA (63%). Em normo-ouvintes houve média de latência Pa=32ms e amplitude Na-Pa=1,57uV. Houve associação entre treino auditivo e melhora das respostas comportamentais e eletrofisiológicas da audição. A melhora foi mais significativa e em mais testes e habilidades no grupo treino. MLR, P300, SSW e PPS foram mais sensíveis ao TA, que teve maior impacto em meninos ($p=0,004$), destros ($p=0,001$), com queixa de aprendizagem ($p=0,004$) e ouvir no ruído ($p=0,016$),

com comorbidades ($p=0,009$) e fonoterapia prévia ($p=0,007$). Os pacientes que aderiram ao treino (72%) apresentaram melhora mais significativa. A percepção de melhora coincidiu com resultados melhores nos testes eletrofisiológicos e também nos comportamentais. **Conclusão:** Não há consenso sobre a normatização do registro do MLR. O treino auditivo foi efetivo para a melhora das habilidades auditivas e a adesão é determinante para seus resultados em crianças e adolescentes com TPA.

Descritores: Audição; Potenciais evocados auditivos; Percepção auditiva; Estimulação acústica; Plasticidade neuronal; Criança; Adolescente

ABSTRACT

Introduction: Auditory Processing Disorder (APD) is complex and affects not only patient's auditory behavior. Auditory training (AT) promotes neuroplasticity and is widely used to remediate APD by improving auditory skills. It is important to integrate behavioral and electrophysiological findings in APD diagnosis and in AT effectiveness verification. **Purpose:** To review the national literature on Middle Latency Response (MLR) and to verify the effectiveness of AT on APD in children and adolescents. **Methods:** From 1315 indexed articles founded, eight matched inclusion criterion and were analyzed using STROBE initiative. For AT effectiveness analysis it was conducted a quasi-experimental prospective study with 50 eight to 16 years old APD individuals by using Staggered Spondaic Words test (SSW), Pitch Pattern Sequence (PPS), Speech in Noise and Masking Level Difference (MLD) tests and Auditory Brainstem Response (ABR), MLR and P300 measures. G1 (n=25) underwent eight AT sessions and stimulation at home. Control group was not stimulated until the reassessment. The statistical analysis considered confidence intervals of 95% and significance level of 5% ($p < 0.05$). **Results:** Cross-sectional studies (75%); clicks stimuli (100%) of 11/s (100%) and 70 dBHL (88%); 10Hz (50%) and 200 Hz (75%) filters; C3/C4/A1/A2/Fpz (88%) electrodes array; Na-Pa amplitude as normality criteria; and ANOVA (63%) for statistics were predominant among the reviewed articles. In normal hearing individuals the average latency was Pa=32ms and amplitude was Na-Pa=1,57uV. There was association between auditory training and behavioral and electrophysiological responses enhancement. The improvement was more significant and in more tests and skills at training group. MLR, P300, SSW and PPS were more sensitive to the AT which had greater impact on boys ($p=0.004$), right-handed ($p=0.001$), with learning ($p=0.004$) and hear in noise ($p=0.016$) complaints,

comorbidities ($p=0.009$) and previous speech therapy ($p=0.007$). AT adherence (72%) correlate to greater improvement, whose perception was related to better electrophysiological responses and their significant occurrence in behavioral tests as well. **Conclusion:** There is no consensus on MLR recording. AT was effective to auditory skills improvement and adherence was crucial for its outcomes in children and adolescents with APD.

Keywords: Hearing; Auditory evoked potentials; Auditory perception; Acoustic stimulation; Neuronal plasticity; Child; Adolescent.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1

Figura 1. Fluxograma de busca e seleção dos artigos	43
---	----

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Artigo 1

Tabela 1. Características dos estudos selecionados para análise (n=8).....	44
Quadro 1. Parâmetros de registro do PEAML	46
Quadro 2. Parâmetros de interpretação e valores normativos do PEAML para indivíduos normais ou controles	47

Artigo 2

Tabela 1. Parâmetros e instrumentos utilizados na avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo	73
Tabela 2. Comparação pareada dos resultados na avaliação inicial e final para os indivíduos dos grupos treino e controle	74
Tabela 3. Comparação intergrupos dos resultados na avaliação inicial e final para os indivíduos dos grupos treino e controle	75
Tabela 4. Análise de significância das respostas pré e pós intervenção no grupo de estudo em relação às características da amostra (n=25)	76
Tabela 5. Comparação pareada das respostas inicial e final dos indivíduos do grupo treino (n=25) que aderiram ou não ao tratamento por meio da realização regular do treino auditivo complementar e percepção da família sobre a melhora pós treino auditivo	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A1 - orelha esquerda

A2 - orelha direita

ABR - Auditory Brainstem Response

ASHA - American Speech-Language-Hearing Association

BVS - Biblioteca Virtual em Saúde

C3 - junção temporoparietal esquerda

C4 - junção temporoparietal direita

COEP - Comitê de Ética em Pesquisa

dBNS - decibel nível de sensação

dBNA - decibel nível de audição

DeCS - Descritores em Ciências da Saúde

EE - efeito eletrodo

EO - Efeito orelha

Fpz - frontal; polar de linha média

Fz - frontal

HC-UFMG - Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais

LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

MEDLINE - Medical Literature Analysis and Retrieval System Online

MeSH - Medical Subject Headings

MLD - Masking Level Difference

MLR - Middle Latency Response

ms - milissegundos

OD - Orelha direita

OE - Orelha esquerda

P300 - Potencial Evocado Auditivo Relacionado a Eventos

PA - Processamento auditivo

PEAML - Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

PPS - Pitch Pattern Sequence

PubMed - United States National Library of Medicine

SπNo - sinal e ruído fora de fase

SciELO - Scientific Electronic Library Online

SoNo - sinal e ruído em fase

S/R - relação sinal x ruído

SSW - Staggered Spondaic Words

STROBE - Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology

TA - Treinamento Auditivo

TAAC - Treino Auditivo Acusticamente Controlado

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TPA - Transtorno do Processamento Auditivo

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

uV - microvolts

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
2. OBJETIVOS	21
3. MÉTODOS	22
3.1 Revisão sistemática sobre o registro de Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros	22
3.2 Pesquisa de campo sobre a avaliação e efetividade da terapia do Processamento Auditivo em crianças e adolescentes	22
3.3 Referências	24
4. RESULTADOS	27
4.1. Artigo 1: Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática	28
4.1.1 Resumo / Descritores	28
4.1.2 Abstract / Keywords	29
4.1.3 Introdução	30
4.1.4 Objetivo	31
4.1.5. Estratégia de pesquisa	31
4.1.6. Critérios de seleção	32
4.1.7. Análise dos dados	32
4.1.8 Resultados	33
4.1.9 Discussão	34
4.1.10 Conclusão	38
4.1.11 Referências	39
4.2. Artigo 2: Treinamento auditivo em crianças e adolescentes com Transtorno do Processamento Auditivo: efetividade e o papel da adesão	48

4.2.1. Resumo / Descritores	48
4.2.2 Abstract / Keywords	49
4.2.3 Introdução	50
4.2.4. Métodos	52
4.2.4.1 Delineamento	52
4.2.4.2 Participantes	53
4.2.4.3 Procedimentos e instrumentos de avaliação	54
4.2.4.4 Procedimentos e instrumentos do treino auditivo	56
4.2.4.5 Análise de dados	58
4.2.5 Resultados	58
4.2.6. Discussão	60
4.2.7. Conclusão	67
4.2.8. Referências	68
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6. ANEXOS	80
6.1. Anexo I. Artigo 1 publicado na <i>Audiology Communication Research</i>	80
6.2. Anexo II. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	81
6.3. Anexo III. Termo de aprovação do projeto de pesquisa no COEP	82
6.4 Anexo IV. Formulário de registro: Anamnese estruturada	83
6.5 Anexo V. Formulário de registro: Protocolo de Avaliação	84
6.6 Anexo VI. Protocolo de Treino Auditivo Padronizado	85

Ficha catalográfica

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A audição é o sentido que nos permite detectar, organizar e interpretar as vibrações do meio e utilizar as informações acústicas para a manutenção do sistema de vigília e construção de experiências sonoras que permeiam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, psíquicas e sociais. O sistema auditivo pode ser didaticamente dividido em periférico e central. A via periférica está para a sensação auditiva assim como a via central está para a percepção, razão pela qual o termo “processamento auditivo central” foi inicialmente estabelecido para definir o *“conjunto de habilidades específicas das quais o indivíduo depende para interpretar o que ouve”*⁽¹⁾. Neste estudo, optamos por utilizar o termo “processamento auditivo”⁽²⁾.

A integridade auditiva periférica e central é pré-requisito para a adequada aquisição de linguagem. As habilidades auditivas são produto da maturação anatômica e funcional da via auditiva, da estimulação e da experiência acústica vivenciadas desde a fase intrauterina. Ser capaz de detectar, discriminar, reconhecer e compreender os sons favorece a eficiência da comunicação oral e escrita, a compreensão leitora e de instruções verbais e os processos de memória, atenção, organização e aprendizagem. O Transtorno do Processamento Auditivo (TPA) se caracteriza por qualquer alteração no complexo mecanismo pelo qual o sistema nervoso central (SNC) utiliza a informação auditiva de forma eficiente e efetiva^(1,3).

Em crianças e adolescentes, o TPA manifesta-se tipicamente pela dificuldade de aprendizagem, dificuldade de concentração ou desatenção, dificuldade de compreensão verbal e sua piora na presença de ruído ou competição sonora, dificuldade em executar instruções orais e mau desempenho escolar principalmente nas habilidades de leitura, escrita e interpretação de texto⁽³⁻⁵⁾. Apesar de nem sempre haver relação entre as queixas ou dificuldades apresentadas pelo paciente e seu

desempenho nos testes de função auditiva, a literatura aponta a relação entre ausência de queixas relatadas na anamnese e normalidade nos resultados da avaliação do processamento auditivo^(6,7).

Entende-se por treino auditivo o conjunto de condições e/ou tarefas designadas para a ativação do sistema auditivo e dos sistemas a ele associados com o objetivo de melhora comportamental na resolução de sinais acústicos por meio da otimização de circuitos neurais. A estimulação auditiva promove mudanças fisiológicas como o aumento do número de neurônios e de conexões sinápticas envolvidos em determinada tarefa e a melhora na sincronia neural, cujos resultados tem sido evidenciados na literatura^(8,9). Existe associação entre a realização de treino auditivo e a melhora em respostas auditivas centrais devido à maximização da plasticidade do sistema nervoso auditivo central (SNAC)^(4,8-11). A capacidade de plasticidade neural sofre influência da idade e experiência auditiva do indivíduo. Portanto, estes fatores devem ser considerados na avaliação da efetividade de um programa de treinamento auditivo (TA), além da qualidade e consistência do acompanhamento, da complexidade da estimulação e da motivação do paciente, o que justifica a utilização de procedimentos padronizados para a remediação do TPA^(3,10-14).

O TA deve contemplar pelo menos a estimulação de aspectos do processamento temporal, discriminação auditiva, fechamento auditivo, integração e separação binaural e vigilância auditiva⁽⁹⁾. Estudos apontam que tanto o Treino Auditivo Acusticamente Controlado (TAAC) quanto as abordagens lúdica e mista são capazes de promover mudanças neurofisiológicas associadas à melhora nas respostas comportamentais e eletrofisiológicas da audição e no desempenho comunicativo em situações desfavoráveis de escuta^(4,10-15).

Na comparação entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica de indivíduos sem TPA e com TPA, a literatura é consistente em

afirmar que as respostas são piores entre os indivíduos com alteração nas habilidades auditivas e que a estimulação auditiva orientada promove mudanças comportamentais e eletrofisiológicas que refletem a melhora da função auditiva central^(8,12,15). Estudos nacionais^(10,16-18) e internacionais^(13,19) corroboraram o uso de testes eletrofisiológicos na rotina de avaliação do processamento auditivo⁽²⁾ ao evidenciarem melhora significativa na latência e amplitude dos potenciais evocados auditivos após o TA. O uso de medidas eletrofisiológicas no monitoramento da evolução pré e pós intervenção aponta a necessidade de objetividade no manejo do TPA e se configura como uma crescente tendência entre clínicos e pesquisadores dedicados à audiologia. No entanto, há necessidade de evidências mais robustas da associação entre o TA e mudanças eletrofisiológicas de curta, média e longa latência em crianças e adolescentes com TPA.

A melhora na amplitude, latência e morfologia das ondas do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), do PEAML e do P300 após a estimulação auditiva pode ser observada antes da ocorrência de mudanças comportamentais, o que demonstra a vantagem quanto ao uso destes potenciais na verificação da eficácia de programas terapêuticos. Entretanto, os testes eletrofisiológicos são menos específicos que a avaliação comportamental do processamento auditivo. Assim, diversos autores recomendam a utilização conjunta de medidas eletrofisiológicas e comportamentais do funcionamento da via auditiva central a fim de se obter resultados mais fidedignos e reduzir os vieses de interpretação^(10,13,18,19).

Um estudo nacional⁽²⁰⁾ realizado com adolescentes de 12 a 15 anos com TPA demonstrou que o treino auditivo pode melhorar habilidades treinadas e não treinadas por meio da estimulação da neuroplasticidade por aprendizagem nas vias auditivas centrais. Os resultados sugeriram que o treino déficit-específico seja mais eficaz para a remediação de cada habilidade auditiva alterada. Entretanto, os autores incentivam

o trabalho com outras habilidades, inclusão de estratégias metacognitivas e de metalinguagem na abordagem do TA como forma de reabilitação plena do TPA.

A melhor compreensão dos efeitos da fonoterapia no desempenho do processamento auditivo e a utilização de métodos objetivos para o monitoramento das mudanças obtidas representa uma aproximação à prática clínica baseada em evidências, além de ser um vasto campo para pesquisas observacionais e experimentais. Apesar das recentes publicações sobre o tema, permanece a lacuna no conhecimento sobre dos efeitos do treino auditivo desde o funcionamento do nervo coclear até áreas auditivas corticais em crianças e adolescentes, como proposto neste estudo.

Os resultados da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas, área de concentração em Funcionalidade e Saúde da Comunicação na Criança e no Adolescente, foram concebidos em formato de um artigo de revisão sistemática e um artigo original de pesquisa, com vistas à publicação em periódicos indexados de expressão nacional e internacional.

O Artigo 1 (item 4.1), foi submetido à revista *Audiology Communication Research* (ISSN 2317-6431; Qualis B1 nacional da área 21) e publicado no ano de 2015 (Anexo 1). Citação: *Castro ARR, Barreto SR, Mancini PC, Resende LM. Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. Audiol Commun Res. 2015;20(4):384-91.*

O Artigo 2, (item 4.2) obedeceu as diretrizes para publicação no *International Journal of Audiology*, (ISSN 1708-8186; Qualis A1 internacional da área 21, fator de impacto JCR 2,01), cujas regras para submissão podem ser acessadas no endereço <http://www.tandf.co.uk/journals/authors/healthcare/iija.pdf>.

2 OBJETIVOS

- 2.1 Revisar sistematicamente a literatura sobre a realização do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência em crianças e adolescentes.

- 2.2 Avaliar a efetividade do treinamento auditivo em crianças e adolescentes com TPA por meio da verificação de mudanças funcionais evidenciadas em medidas eletrofisiológicas e comportamentais do processamento auditivo.

3 MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira uma revisão sistemática da literatura e a segunda, uma pesquisa de campo realizada com crianças e adolescentes, encaminhados à avaliação do Processamento Auditivo no Ambulatório de Fonoaudiologia do HC-UFMG.

3.1. Revisão sistemática sobre o registro de Potenciais Evocados Auditivos de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros

Foram pesquisados artigos publicados a partir de 2009, em português, inglês ou espanhol, nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SciELO, BIREME e LILACS. Os artigos selecionados envolveram a realização do PEAML em crianças e/ou adolescentes brasileiros que, após triagem, foram analisados segundo Iniciativa STROBE (subsídios para a comunicação de estudos observacionais)²¹.

O detalhamento dos métodos empregados no estudo, bem como seus resultados e conclusões, estão descritos no Artigo 1, na seção de resultados deste volume de dissertação.

3.2. Pesquisa de campo sobre a avaliação e efetividade da terapia do Processamento Auditivo em crianças e adolescentes

Trata-se de estudo quase-experimental prospectivo, de natureza quantitativa, com amostra não-probabilística, realizado com crianças e adolescentes entre 8 e 16 anos, encaminhados à avaliação e/ou terapia do processamento auditivo no Ambulatório de Fonoaudiologia do Hospital São Geraldo HC/UFMG, no período de março de 2014 a agosto de 2015.

Todos os indivíduos que apresentaram uma ou mais habilidades auditivas alteradas na avaliação inicial foram convidados a participar do estudo, sendo orientados quanto à dinâmica de oferta do treinamento auditivo e reavaliação. Por se tratar de uma amostra de conveniência, a alocação dos participantes nos grupos estudo e controle, foi realizada mediante disponibilidade do participante em realizar oito sessões consecutivas de treinamento auditivo sem prejuízo na rotina das atividades acadêmicas. O grupo controle foi orientado a realizar o treino auditivo após oito semanas consecutivas sem qualquer estimulação voltada à reabilitação do TPA, com garantia de atendimento no Ambulatório de Fonoaudiologia da UFMG.

Os dados coletados por meio da anamnese, da avaliação comportamental e eletrofisiológica inicial e final nos dois grupos foram organizados e descritos nos resultados sob forma do artigo original de pesquisa. O Artigo 2, fruto do projeto inicial de pesquisa, teve o objetivo de analisar a efetividade do treino auditivo em crianças e adolescentes com transtorno do processamento auditivo.

O protocolo de estudo e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo 2) foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG sob parecer número 552.867/14 (Anexo 3). Todos os participantes maiores de 13 anos assinaram o TCLE juntamente com seus responsáveis e, para os participantes menores de 13 anos, os responsáveis assinaram o TCLE.

Para a comparação dos efeitos do treinamento auditivo no grupo de estudo em relação a um grupo controle, foi realizado cálculo amostral por meio do software G*Power 3.1. Com tamanho do efeito $d=0,26$, foi verificado um poder mínimo de 80% com 25 participantes em cada grupo.

O detalhamento dos métodos empregados em cada estudo, bem como seus resultados e conclusões, estão descritos no Artigo 2, na seção de resultados deste volume de dissertação. Os modelos de Anamnese (Anexo 4), Protocolo de registro

das respostas (Anexo 5) e Protocolo de treinamento auditivo (Anexo 6) foram apresentados na seção de anexos desta dissertação.

3.3 Referências

1. American Speech-Language-Hearing Association-ASHA. Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiol.* 1996;5:41-54.
2. Jerger J, Musiek FE. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. *J Am Acad Audiol.* 2000;11(9):467-74.
3. American Speech-Language Hearing Association. 2005. (Central) auditory processing disorders, Technical report: Working group on auditory processing disorders. Disponível em: www.asha.org/policy.
4. Pinheiro FH, Capellini SA. Desenvolvimento das habilidades auditivas de escolares com distúrbio de aprendizagem, antes e após treinamento auditivo, e suas implicações educacionais. *Rev Psicopedag.* 2009;26(80):231-41
5. Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-Fono Ver Atual Cient.* 2010;17(3):311-20.
6. Fridlin SL, Pereira LD, Perez AP. Relação entre dados coletados na anamnese e distúrbio do processamento auditivo. *Rev CEFAC.* 2014;16(2):405-12.
7. Oliveira AR, Nascimento MR, Silva RMP, Frota SMMC. Relação entre a anamnese e os testes comportamentais do Processamento Auditivo Central. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;17 Suppl:2468
8. Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training: Principles and approaches for remediating and managing Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):297-308.

9. Musiek FE, Shinn JMS, Hare CMA. Plasticity, Auditory Training and Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):263-75.
10. Alonso R, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em crianças com transtorno do processamento auditivo (central): avaliação comportamental e eletrofisiológica. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(5):726-32
11. Russo NM, Nicol TG, Zecker SG, Ilayes EA, Kraus N. Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behav Brain Res.* 2005;156:95-103.
12. Bellis TJ. Developing deficit-specific intervention plans for individuals with Auditory Processing Disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):287-95.
13. Tremblay K, Kraus N, Mcgee T, Ponton C, Brian O. Central Auditory Plasticity: Changes in the N1-P2 Complex After Speech-sound Training. *Ear Hear.* 2001;22:79-100.
14. Zalcman TE, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em indivíduos com transtorno de processamento auditivo. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(4):310-4.
15. Musiek F, Chermak G, Weihing J. Auditory training. In: G Chermak, F Musiek. *Handbook of (central) auditory processing disorders: Comprehensive intervention.* vol 2. San Diego. Plural Publishing, 2007.
16. Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res.* 2010;43(8):777-85
17. Filippini R, Befi-Lopes DM, Schochat E. Efficacy of Auditory Training Using the Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: Auditory Processing Disorder and Specific Language Impairment, *Folia Phoniatr Logop* 2012;64:217–26

18. Oliveira JC, Murphy CFD, Schochat E. Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica. *CoDAS* 2013;25(1):39-44.
19. Jirsa RE. Clinical Efficacy of Eletrophysiologic measures in APD management programs. *Semin Hear.* 2002;23(4):349-55.
20. Cibian AP, Pereira LD. Figura-fundo em tarefa dicótica e sua relação com habilidades não treinadas. *CoDAS* 2015;27(5):419-27.
21. Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, Magnanini MMF, Silva CMFP. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. *Rev Saúde Pública.* 2010;44(3):559-65.

4 RESULTADOS

Artigo 1: Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática

Revista: Audiology Communication Research – ACR

Artigo 2: Treinamento auditivo em crianças e adolescentes com Transtorno do Processamento Auditivo: efetividade e o papel da adesão

Revista: International Journal of Audiology - IJA

4.1 Artigo 1: Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática

Middle Latency Response (MLR) in Brazilian children and adolescents: systematic review

4.1.1 Resumo

Objetivo: Revisar sistematicamente a literatura científica sobre a realização do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros. **Estratégia de pesquisa:** Foram pesquisados artigos publicados a partir de 2009, em português, inglês ou espanhol, nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SciELO, BIREME e LILACS. Os artigos selecionados envolveram a realização do PEAML em crianças e/ou adolescentes brasileiros. Após triagem, os artigos foram analisados segundo a iniciativa “*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*” (STROBE). **Critérios de seleção:** Foram excluídos artigos repetidos nas bases de busca e também os relatos de caso. **Resultados:** A busca inicial identificou 1315 artigos, dos quais oito foram selecionados para compor a revisão. Verificou-se predomínio de estudos observacionais transversais (75%); estimulação tipo *click* (100%), com velocidade até 11/s (100%) e intensidade de 70 dBNA (88%); uso de filtro passa-alta de 10 Hz (50%) e passa-baixa de 200 Hz (75%); montagem dos eletrodos em C3/C4 (ativos) A1/A2 (referências), e Fpz (neutro) (88%); amplitude Na-Pa, como principal parâmetro de comparação e normalidade; e uso do teste ANOVA (63%) para análise estatística. Nos estudos revisados, a média da latência da onda Pa e da amplitude Na-Pa em crianças e adolescentes normo-ouvintes foi de 32 milissegundos e 1,57 microvolts, respectivamente. **Conclusão:** Não há consenso quanto aos parâmetros de registro do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros. Ainda assim, a média de latência de Pa e amplitude Na-Pa encontrada em crianças e adolescentes brasileiros normo-

ouvintes, avaliados nos oito artigos desta revisão, concorda com os parâmetros de normalidade já estabelecidos internacionalmente.

Descritores: Revisão; Audição; Potenciais evocados auditivos; Criança; Adolescente

4.1.2 Abstract

Purpose: To systematically review the scientific literature on Middle Latency Response Latency (MLR) in Brazilian children and adolescents. **Research strategy:** We searched articles published since 2009 in Portuguese, English or Spanish at MEDLINE, SciELO, BIREME and LILACS electronic basis. Selected articles involved the use of MLR in children and / or Brazilian adolescents. After screening process, articles were analyzed according to “Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology” (STROBE) initiative. **Selection criteria:** Repeated articles (due to database repetition) and case reports were excluded. **Results:** From 1315 identified articles, eight were selected for the review. It was predominantly observed: cross-sectional studies (75%); click stimulation (100%), with rate up to 11/s (100%) and 70 dBHL intensity (88%); filtering high-pass 10 Hz (50%) and low-pass 200 Hz (75%); electrode array with actives placed at C3/C4, references at A1/A2 and neutral at Fpz (88%); Na-Pa amplitude as main measure of comparison and normality; and the use of ANOVA test (63%) for statistical analyses. The average latency of Pa wave and Na-Pa amplitude in normal-hearing children and adolescents of the studies was 32 milliseconds and 1.57 microvolts respectively. **Conclusion:** There is no consensus on MLR collection parameters in Brazilian children and adolescents. Still, the Pa latency average and Na-Pa amplitude found in Brazilian normal-hearing children and adolescents evaluated on the eight articles of this review agreed with normative parameters established internationally.

Keywords: Review; Hearing; Evoked potentials, Auditory; Child; Adolescent

4.1.3 Introdução

O Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) é descrito como uma série de ondas positivas e negativas observadas, por meio de registro eletroencefalográfico, 10 a 80 milissegundos após estímulo auditivo⁽¹⁾. Os primeiros registros de respostas de média latência apresentavam uma onda negativa por volta de 20 ms, seguida de um pico positivo por volta de 30ms, posteriormente denominados de Na e Pa⁽²⁾. Com o desenvolvimento das técnicas de promediação e registro do sinal bioelétrico, o PEAML tem revelado grande utilidade na determinação de limiares auditivos eletrofisiológicos, que se assemelham ao limiar auditivo comportamental, e na avaliação do funcionamento central da audição^(1,3).

A resposta de média latência possui múltiplos sítios geradores na via talamocortical, relacionados a habilidades auditivas primárias (discriminação e figura fundo) e não primárias (atenção, memória e integração sensorial). A onda Na representa a atividade neural em nível talâmico e pode ser identificada desde o nascimento. A onda Pa é, geralmente, a mais robusta e reflete a atividade das radiações talamocorticais e do córtex auditivo primário^(1,4).

As características do sinal acústico (tipo, velocidade, duração, intensidade etc) interferem diretamente na morfologia, latência e amplitude das ondas do PEAML, assim como a presença de artefatos miogênicos^(5,6). A interpretação de normalidade deve levar em consideração os parâmetros de coleta, o estado de alerta e relaxamento, além da idade e maturação neural do indivíduo⁽⁷⁻⁹⁾.

A maturação do sistema nervoso central também foi relatada como crucial para a presença e normalidade das ondas de média latência. Enquanto a onda Na, gerada por áreas talâmicas, pode ser observada em bebês e lactentes, a onda Pa, principal marcador do PEAML, só alcança valores próximos aos de adultos normo-ouvintes por volta dos 10 anos de idade. Além disso, em crianças e adolescentes, o avanço na

idade está diretamente relacionado ao aumento na amplitude e redução na latência das ondas Na e Pa^(1,8,9).

Há registros do uso do PEAML na população brasileira desde a década de 1980⁽¹⁰⁾. Apesar da crescente importância deste potencial na avaliação funcional e investigação do efeito de intervenções terapêuticas sobre a via auditiva central, não há consenso quanto aos protocolos de aquisição e interpretação das respostas em crianças e adolescentes brasileiros.

4.1.4 Objetivo

O objetivo deste estudo foi revisar sistematicamente a literatura científica sobre a realização do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros.

4.1.5 Estratégia de pesquisa

Como questão norteadora foi adotada a pergunta “O que encontramos na literatura sobre a realização do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros?”

A fim de obter respostas para esse questionamento, foram realizadas pesquisas bibliográficas nas bases de dados eletrônicas MEDLINE (via PubMed), SciELO, BIREME e LILACS (via Portal BVS). Os dados foram coletados no período de agosto a dezembro de 2014. Em busca realizada na base Cochrane Library (via Portal BVS), não foram encontrados estudos com temática semelhante à presente revisão da literatura.

Foi utilizado o descritor MeSH (*Medical Subject Headings*) “*Evoked Potentials, Auditory*”, o operador “AND” e o termo livre “*middle latency*”, para busca na base MEDLINE (via PubMed). Para a pesquisa na base SciELO, foi utilizado o descritor “Potenciais Evocados Auditivos”. A busca nas bases BIREME e LILACS (via Portal BVS) utilizou o DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) “Potenciais Evocados

Auditivos” e seus sinônimos, bem como o termo livre “média latência”, os quais foram combinados entre si com a utilização dos operadores booleanos AND e OR. Deste modo, a equação de busca foi: ((MH: G07.265.500.370\$ OR "resposta evocada auditiva" OR "avaliação eletrofisiológica" OR "potencial auditivo evocado" OR "auditory evoked potentials" OR "electrophysiological measures") AND ("média latência" OR "latência média" OR "middle latency" OR "mid latency"))).

4.1.6 Critérios de seleção

Foram incluídos na revisão artigos publicados nos anos 2009 a 2014, nos idiomas português, inglês ou espanhol. Os artigos selecionados envolveram a realização do PEAML em crianças e/ou adolescentes brasileiros. Em todos os artigos foi possível verificar procedimento de coleta e interpretação das respostas do PEAML, bem como seus resultados. Foram excluídos desta revisão artigos que não abordaram os temas “potenciais evocados auditivos” e “média latência” no título ou resumo, ou que não foram realizados com amostra de crianças e/ou adolescentes brasileiros, artigos repetidos nas bases de busca e também relatos de casos.

4.1.7 Análise dos dados

Após filtragem por ano e idioma de publicação, todos os títulos e resumos dos artigos encontrados foram avaliados pelas pesquisadoras. Depois da fase de triagem, os artigos que se enquadraram nos critérios de seleção preestabelecidos foram lidos na íntegra. A seção de referências bibliográficas dos artigos selecionados também foi avaliada, a fim de identificar trabalhos que atendessem aos critérios de inclusão nesta pesquisa e que, por algum motivo, não tivessem aparecido na busca realizada.

Para a análise dos artigos selecionados foi aplicado o protocolo baseado no *checklist “Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology”*

(STROBE)⁽¹¹⁾, uma iniciativa internacional que engloba recomendações para melhorar a qualidade da descrição de estudos observacionais. Todos os artigos selecionados apresentaram, no resumo e/ou texto, as informações sobre desenho do estudo, critérios de elegibilidade, número de participantes (geral e por grupos), dados descritivos (sexo, idade e condições clínicas), método de aquisição das respostas e apresentação dos resultados do PEAML na população estudada, por meio de dados quantitativos e comparação estatística. Após análise, segundo a iniciativa STROBE, foram selecionados os oito artigos que atenderam aos critérios de inclusão para esta revisão sistemática.

4.1.8 Resultados

Como resultado da busca inicial, foram identificados 1315 artigos, dos quais oito⁽¹²⁻¹⁹⁾ atendiam aos critérios de inclusão e foram considerados relevantes para a amostra deste estudo. O processo de busca e seleção dos artigos presentes nesta revisão está esquematizado na Figura 1.

Em 50% dos artigos revisados, o PEAML foi o tema principal do estudo. Ao todo, 600 indivíduos, com idades variando entre 5 e 20 anos, média de idade de 12 anos, foram incluídos nos oito estudos selecionados para análise. Todos os estudos contemplaram amostras representativas dos sexos masculino e feminino.

As principais características dos estudos incluídos, como autores, ano de publicação, métodos, casuística, faixa etária dos participantes e resultados foram organizadas na Tabela 1.

Os parâmetros de coleta e interpretação do PEAML foram descritos em todos os estudos avaliados (Quadro 1 e Quadro 2).

4.1.9 Discussão

Estudos com delineamento observacional transversal^(12-14,16-18) representaram 75% dos trabalhos analisados. A busca na literatura apontou escassez de estudos com maior nível de evidência^(7,20,21), o que não permitiu generalizações quanto aos achados e dificultou a padronização de protocolos de testagem e a possibilidade de estabelecer dados normativos do PEAML em diferentes populações. Dois estudos^(15,19) foram realizados com metodologia quase experimental e concordaram com autores^(22,23) que indicam a comparação de respostas de média latência pré e pós-intervenção terapêutica como estratégia eficaz no monitoramento de alterações na via auditiva. O PEAML é um potencial que sofre grande influência de artefatos endógenos (reflexo pós-auricular, estado de relaxamento etc) e exógenos (interferência elétrica, parâmetros de estimulação etc)⁽¹⁾, o que pode justificar a maior confiabilidade das respostas para comparações intrasujeito.

As amostras dos oito estudos contaram com 36 indivíduos com distúrbio psiquiátrico do espectro autista, 30 com transtorno do processamento auditivo, 25 com dificuldade de aprendizagem, 25 com diagnóstico de Fenilcetonúria, 23 com distúrbio fonológico e 461 com desenvolvimento típico e ausência de queixas auditivas. Os sítios geradores das ondas Na e Pa estão relacionados a habilidades auditivas primárias e processos cognitivos subjacentes, como memória e atenção e as aplicações clínicas mais relevantes do PEAML dizem respeito ao neurodiagnóstico de lesões na via talamocortical em alterações auditivas ou seus processos cognitivos associados^(1,4). Mesmo em normo-ouvintes sem comorbidades associadas, as alterações do PEAML foram relatadas entre 17,4%⁽¹²⁾ e 64%⁽¹⁴⁾ das crianças e adolescentes presentes nos estudos avaliados. Nos dois estudos com menor⁽¹²⁾ e maior⁽¹⁴⁾ prevalência de alteração do potencial em indivíduos sem queixas ou alterações funcionais auditivas, o primeiro considerou apenas a latência e a amplitude

da onda Pa e o segundo, a latência de Na e Pa e a amplitude do interpico Na-Pa. Estudos apontam a amplitude Na-Pa como o parâmetro mais sensível às alterações do PEAML, por meio da análise dos efeitos orelha e eletrodo⁽²⁰⁻²²⁾. Portanto, a discrepância entre os dados de prevalência pode ser justificada por uma diferença nos critérios de interpretação dos resultados de cada estudo. A variação entre os critérios de interpretação das respostas do PEAML é um dos principais dificultadores para a validação de dados normativos e estudos com maior nível de evidência na área. A presença de resultados alterados na ausência de queixas ou alterações funcionais da audição aponta a baixa sensibilidade e especificidade do potencial⁽²⁴⁾ e alerta para importância da interpretação criteriosa, principalmente intersujeitos.

Nos estudos revisados, a idade dos participantes variou de 5 a 20 anos, com média de 12 anos. Os sítios geradores do PEAML, especialmente dos picos Pa e Pb, estão em desenvolvimento até o final da adolescência e a resposta de média latência pode estar ausente em 35% a 50% dos indivíduos com menos de 10 anos de idade. Até por volta dos 14 anos, os valores de latência e amplitude podem não ter atingido valores encontrados em adultos normais. Portanto, a idade e, conseqüentemente, a maturação da via auditiva central, é fator relevante para a análise da resposta de média latência, principalmente na comparação intersujeitos^(1,7-9) e deve ser considerada na interpretação de normalidade dos resultados.

Com relação ao PEAML em crianças e adolescentes brasileiros, não foi observado consenso na literatura quanto aos parâmetros de estimulação e registro utilizados. Ainda assim, foram observadas semelhanças no padrão de coleta de dados dos oito estudos avaliados.

O estímulo tipo clique de 0,1 milissegundos foi o único parâmetro de aquisição unânime, entre os estudos avaliados. Segundo a literatura^(1,25), estímulos tipo tom *burst* de curta duração e envelope tipo *Blackman* também são adequados para a

coleta de Na e Pa, já que as respostas de média latência não dependem tanto da sincronia neuronal como os potenciais de tronco encefálico.

A velocidade de estimulação (*rate*) variou de 7,7/s⁽¹⁸⁾ a 11/s⁽¹⁷⁾, sendo que a apresentação de 9,8 estímulos por segundo ou mais, representou 88% dos resultados. A literatura^(1,26), enfatiza que taxas de apresentação abaixo de 11/s são ideais para o registro de Na e Pa, em todas as idades, e abaixo de 5/s podem ser mais adequadas para a testagem de crianças com menos de 10 anos.

A intensidade do estímulo é diretamente proporcional à amplitude da resposta e parece ter menos influência sobre a latência da onda Pa⁽³⁾. A intensidade de 70 dBNA foi predominante nos estudos (88%) e está de acordo com autores^(3,4,26) que associam o uso de intensidades mais elevadas à ocorrência do reflexo pós-auricular, artefato miogênico caracterizado por um pico de grande amplitude, por volta de 12 a 20 ms após a estimulação⁽²⁷⁾.

A filtragem é um dos critérios de maior importância na captação do PEAML. O espectro de frequência das ondas Na e Pa tem máxima energia em torno de 30 a 40 Hz. Filtros passa-baixa nesta região de frequência, ou passa-alta muito largos podem causar artefatos e comprometer a captação e a morfologia das ondas^(25,26). O uso de filtros passa-alta de 10 Hz (50%) e passa-baixa de 200 Hz (75%) foi preferencial nos estudos analisados, concordando com a literatura supracitada.

O número de estímulos e o ganho em amplificação dependem diretamente da relação sinal/ruído, durante o registro do PEAML^(21,26). Sete estudos analisados informaram o número de estímulos para coleta do PEAML e todos eles utilizaram um total de 1000 cliques. Quanto ao ganho, seu uso foi mencionado em dois estudos, com grande variação entre os valores apresentados. Sabe-se que quanto maior o ganho, maior será a resposta registrada⁽²⁶⁾.

Todos os oito estudos seguiram o padrão de posicionamento dos eletrodos, indicado pelo sistema 10-20⁽²⁸⁾. A montagem A1/A2/C3/C4/Fpz, com os eletrodos ativos na junção temporoparietal esquerda (C3) e direita (C4), referências nos lóbulos das orelhas esquerda (A1) e direita (A2), e neutro na posição frontal polar de linha média (Fpz) é recomendada na literatura^(6,7,21,24) e foi utilizada em 88% dos estudos analisados. Esta disposição permite o registro de resposta nas derivações ipsilaterais (C3A1 e C4A2) e contralaterais (C3A2 e C4A1), bem como a comparação dos resultados de diferentes hemisférios e orelhas estimuladas, necessária em protocolos de neurodiagnóstico.

A amplitude Na-Pa foi o parâmetro mais utilizado (100%) para a definição de normalidade nas amostras. Seus resultados foram descritos em 63% dos estudos, enquanto a latência da onda Pa foi informada em 38%. Mesmo que os resultados de alguns estudos não tenham sido descritos, todos eles pesquisaram a presença das ondas Na e Pa e realizaram a comparação da amplitude Na-Pa para verificação do efeito eletrodo ou efeito orelha. Esses dados concordam com a literatura⁽²⁰⁻²²⁾, que aponta a amplitude como critério com menor variabilidade intra e intersujeitos.

A onda Na pode ser visualizada entre 14 e 21ms e Pa entre 22 e 35ms^(29,30). Além da latência absoluta de cada onda, a latência interpico Na-Pa foi descrita com valores entre 12 e 13 ms, podendo ser, também, um critério de interpretação⁽³¹⁾. Considerando os resultados descritos para indivíduos com desenvolvimento típico ou controles normo-ouvintes, a média de latência de Pa^(15,17,18) variou de 28,91 ms a 35,85 ms, com média de 32 milissegundos entre os valores informados. Já a amplitude Na-Pa^(13,15,17-19) variou de 0,83 a 2,74 uV com média de 1,57 microvolts entre os valores informados. Os valores encontrados estão de acordo com outros estudos nacionais^(7,21) e com parâmetros internacionais de normalidade^(1,4,5,22).

A análise de variância feita com o teste estatístico ANOVA foi utilizada em 63% dos estudos, seguida pela pesquisa do intervalo de confiança para médias, relatada em 38% dos estudos. Os mesmos testes foram utilizados em outros estudos^(7,22-24) e mostraram-se eficazes na identificação de diferenças na resposta do PEAML pré e pós-intervenção e na comparação dos efeitos orelha e eletrodo.

Apesar dos critérios de aquisição e interpretação do PEAML serem variáveis, pesquisas realizadas com o uso deste potencial demonstram sua importância para a avaliação da via auditiva central de forma objetiva e para auxílio no neurodiagnóstico de lesões e disfunções centrais^(12-15,17,19,32).

4.1.10 Conclusão

Por meio da revisão sistemática de oito artigos originais pôde-se verificar que o PEAML depende de vários fatores de registro e interpretação, sendo imprescindível o uso de critérios bem definidos de testagem para a aquisição de resultados confiáveis em crianças e adolescentes.

Não há consenso quanto aos parâmetros de registro do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros. Ainda assim, a média de latência de Pa e amplitude Na-Pa encontrada em crianças e adolescentes brasileiros normo-ouvintes avaliados nos artigos analisados nessa revisão, concorda com os parâmetros de normalidade já estabelecidos internacionalmente.

Os resultados do presente estudo podem ser utilizados como referência para a definição de critérios de testagem adequados a essa população. Sugere-se que a metodologia dos estudos nacionais com PEAML seja melhor explorada e descrita em futuras pesquisas.

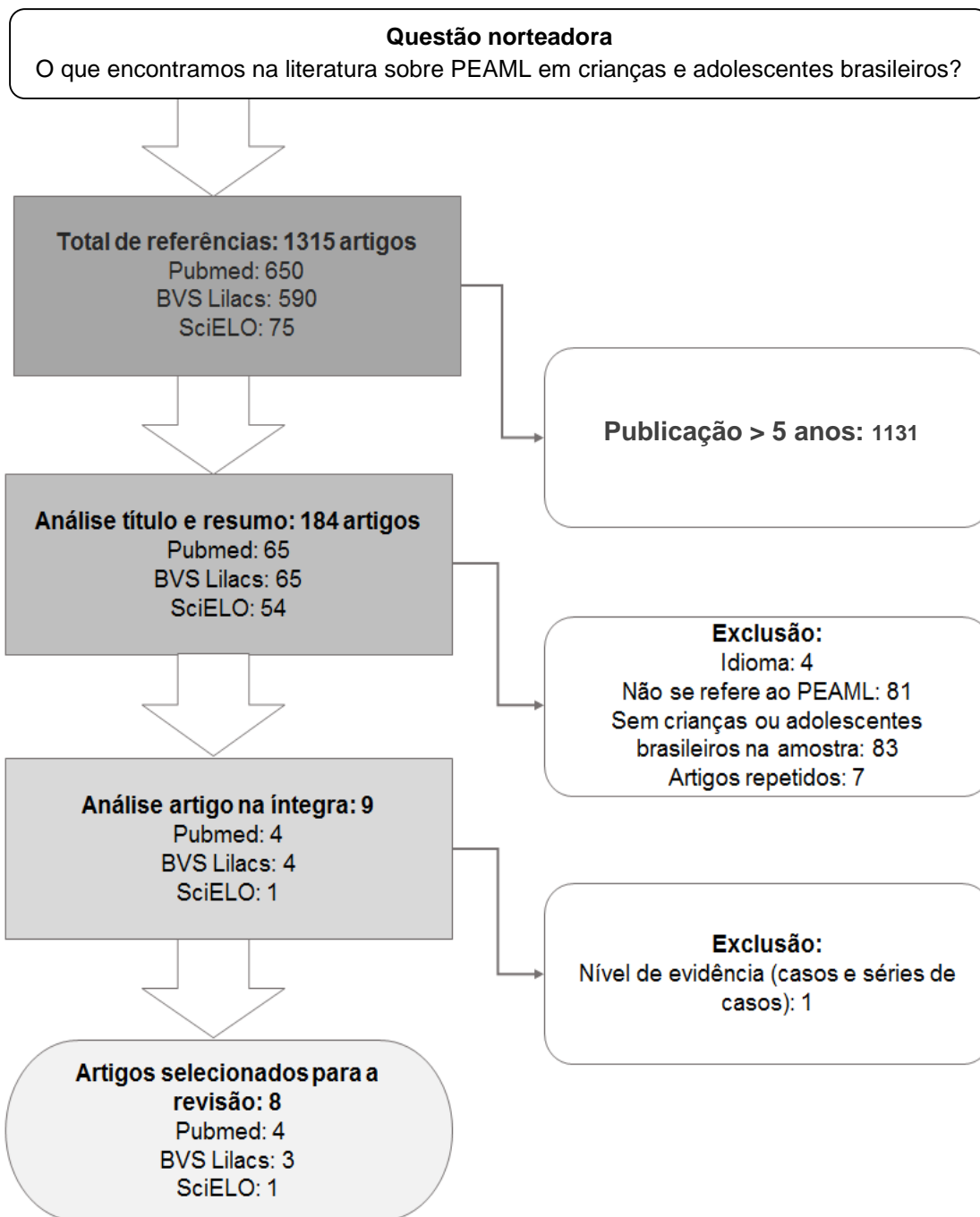
4.1.11 Referências

- 1 McPherson DL, Ballachanda BB, Kaf W. Middle and long latency evoked potentials. In: Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. Audiology: diagnosis. New York: Thieme; 2008. p.443-77
- 2 Geisler CD, Frishkopf LS, Rosenblith WA. Extracranial responses to acoustic clicks in man. Science. 1958;128(3333):1210-1.
- 3 Picton TW, Woods DL, Baribeau-Braun J, Healey TMG. Evoked potential audiometry. J Otolaryngol. 1977;6(2):90-119.
- 4 Mcgee T, Kraus N. Auditory development reflected by middle latency response. Ear and Hear. 1996;17(5):419-29.
- 5 Ozdamar O, Kraus N. Auditory middle-latency responses in humans. Audiology. 1983;22(1):34-49.
- 6 Musiek FE, Charette L, Kelly T, Lee W, Musiek E. Hit and false- positive rates for the middle latency response in patients with central nervous system involvement. J Am Acad Audiology. 1999;10:124-32.
- 7 Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. Pro Fono. 2010;17(3):311-20.
- 8 Suzuki T, Hirabayashi M. Age-related morphological changes in auditory middle-latency response. Audiology. 1987;26(5):312-20.
- 9 Kraus N, Smith DI, Reed NL, Stein LK, Cartee C. Auditory middle latency responses in children: effects of age and diagnostic category. Electro-enceph Clin Neurophysiol.1985;62(5):343-51.
- 10 Munhoz MSL, Sequeira MLC, Fukuda Y, Munhoz MLGS. Potenciais de latência média em indivíduos normais: estudo sobre a latência das ondas. Acta WHO. 1988;7(1):25-8.

- 11 Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, Magnanini MMF, Silva CMFP. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(3):559-65.
- 12 Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*. 2010;43(8):777-85.
- 13 Matas CG, Gonçalves IC, Magliaro FCL. Avaliação audiológica e eletrofisiológica em crianças com transtornos psiquiátricos. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2009;75(1):130-8.
- 14 Magliaro FCL, Scheuer CI, Assumpção Júnior FB, Matas CG. Estudo dos potenciais evocados auditivos em autismo. *Pró-Fono*. 2010; 22(1):31-6.
- 15 Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*. 2010;43(8):777-85.
- 16 Weihing J, Schochat E, Musiek F. Ear and electrode effects reduce within-group variability in middle latency response amplitude measures. *Int J Audiol*. 2012;51(5): 405-12.
- 17 Frizzo AC, Issac ML, Pontes-Fernandes AC, Menezes PL, Funayama CAR. Auditory middle latency response in children with learning difficulties. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2012;16(3):335-40.
- 18 Mancini PC, Durrant JD, Starling AL, Iório MC. Children with phenylketonuria treated early: basic audiological and electrophysiological evaluation. *Ear Hear*. 2013;34(2):236-44.
- 19 Leite RA, Wertzner HF, Gonçalves IC, Magliaro FCL, Matas CG. Auditory evoked potentials: predicting speech therapy outcomes in children with phonological disorders. *Clinics (São Paulo)*. 2014;69(3):212-8.

- 20 Frizzo, ACF, Funayma CAR, Isaac ML, Colafêmina, JF. Potenciais evocados auditivos de média latência: estudo em crianças saudáveis. Rev Bras Otorrinolaringol. 2007;73(3):398-403.
- 21 Almeida FS, Pialarissi PR, Paiva LEFJ, Almeida MAO, Silva A. Auditory middle latency evoked responses: a standardizing study. Rev Bras Otorrinolaringol. 2006;72(2):227-74
- 22 Purdy SC, Kelly AS, Davies MG. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. J Am Acad Audiol. 2002;13(7):367-82.
- 23 Temblay KL. Training-related changes in the brain: evidence from human auditory-evoked potentials. Semin Hear. 2007;28(2):120-32.
- 24 Schochat E, Rabelo CM, Loreti RCDA. Sensitividade e especificidade do potencial de média latência. Rev Bras Otorrinolaringol. 2004;70(3):353-8.
- 25 Musiek FE, Geurkink NA, Weider DJ, Donnelly K. Past, present, and future applications of the audiometry middle latency response. Laryngoscope. 1984;94(12):1545-53.
- 26 Hall III JW. Auditory middle latency response (AMLR). New handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn and Bacon; 2007. p. 581-627.
- 27 Matas CG, Neves IF, Carvalho FM, Leite RA. Reflexo pós-auricular no Potencial Evocado Auditivo de Média Latência. Braz J Otorhinolaryngol. 2009;75(4):579-85.
- 28 Jasper HH. The ten twenty electrode system of the international federation. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1958;10:371-5.
- 29 Schochat E, Musiek F. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. J Comm Disord. 2006;39(1):78-92.
- 30 Schochat E. Resposta de latência média em crianças e adolescentes normo-ouvintes. Pro Fono. 2003;15(1):65-4.

- 31 Goldstein R, Rodman LB. Early components of averaged evoked responses to rapidly repeated auditory stimuli. *J Speech Lang Hear Res.* 1967;10(4):697-705.
- 32 Frizzo ACF. Auditory evoked potential: a proposal for further evaluation in children with learning disabilities. *Front Psychol.* 2015;6:788.



Legenda: PEAML = Potencial Evocado Auditivo de Média Latência

Figura 1. Fluxograma de busca e seleção dos artigos

Tabela 1. Características dos estudos selecionados para análise (n=8)

Autor, ano	Delineamento	Casuística	Idade (média)	Resultados
Schochat et al., 2009⁽¹²⁾	Observacional transversal	155 indivíduos com desenvolvimento típico	7 a 16 anos (12)	17,4% de alteração no PEAML; não houve correlação entre alteração no PEAML e nos testes de padrão de frequência e duração.
Matas et al., 2009⁽¹³⁾	Observacional transversal	40 indivíduos (20 controles, 10 com autismo e 10 com Síndrome de Asperger)	8 a 19 anos (13)	Grupo controle apresentou 55% de alteração no PEAML, contra 35% dos grupos de pesquisa; efeito orelha + eletrodo (45%) foi mais frequente.
Magliaro et al., 2010⁽¹⁴⁾	Observacional transversal	41 indivíduos (25 controles e 16 com autismo)	8 a 20 anos (12)	Grupo controle apresentou 64% de alteração no PEAML, contra 31,3% do grupo de pesquisa (p=0,04).
Schochat et al., 2010⁽¹⁵⁾	Estudo de intervenção, quase experimental	52 indivíduos (22 controles e 30 com TPA)	8 a 14 anos (11)	Grupo com TPA apresentou latências maiores e amplitudes menores que o grupo controle; houve redução da latência de Na e Pa e aumento da amplitude Na-Pa após treino auditivo.
Weihing et al., 2012⁽¹⁶⁾	Observacional transversal	155 indivíduos com desenvolvimento típico	7 a 16 anos (12)	Não houve diferença para efeito orelha ou eletrodo em função da idade; a variação do efeito eletrodo foi menor que a do efeito orelha; a média do efeito eletrodo foi significativamente maior que a média do efeito orelha.

Continuação da Tabela 1. **Características dos estudos selecionados para análise (n=8)**

Frizzo et al., 2012⁽¹⁷⁾	Observacional transversal	50 indivíduos (25 controles e 25 com dificuldade de aprendizagem)	8 a 14 anos (10)	Ondas Na, Pa, Nb foram identificadas em 100% da amostra com média de latência Na=19,2ms, Pa=32,5ms, Nb= 46,4ms (grupo controle) e Na=19,7ms, Pa=35,1ms, Nb=49,6ms (grupo pesquisa); amplitude média Na-Pa=1,4 mV para ambos os grupos; latência Nb mais longa no hemisfério esquerdo do grupo pesquisa.
Mancini et al., 2013⁽¹⁸⁾	Observacional transversal	60 indivíduos (35 controles, 8 PKU* e dieta adequada, 17 PKU sem dieta adequada)	5 a 16 anos (10)	Não houve diferença entre as latências Na e Pa e amplitude Na-Pa no grupo experimental; presença de efeito orelha ou eletrodo em 87,5% (com dieta) e 58,8% (sem dieta).
Leite et al., 2014⁽¹⁹⁾	Estudo de intervenção, quase experimental	47 indivíduos (24 controles, 23 com transtorno fonológico)	8 a 11 anos (10)	Não houve diferença na amplitude Na-Pa entre os grupos; houve aumento não significativo na média da amplitude Na-Pa após o treino auditivo.

Legenda: PEAML = Potencial Evocado Auditivo de Média Latência; TPA = Transtorno do Processamento Auditivo; PKU = Fenilcetonúria (sigla utilizada nesta tabela para descrever os pacientes com a doença); ms = milissegundos; uV = microvolts

Quadro 1. Parâmetros de registro do PEAML

Autor, ano	Tipo	Rate	Intensidade	Nº de estímulos	Ganho	Janela	Filtro	Eletrodo
Schochat et al., 2009 ⁽¹²⁾	click	9,8/s	70 dBNA	1000	NI	72ms	20-1500Hz (aquisição) / 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Matas et al., 2010 ⁽¹³⁾	click	10/s	70 dBNA	1000	100.000	99,8ms	10-150Hz	C3, C4, M1, M2, Fpz
Magliaro et al., 2010 ⁽¹⁴⁾	click rarefeito	9,9/s	70 dBNA	1000	NI	NI	20-1500Hz (aquisição) / 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Schochat et al., 2010 ⁽¹⁵⁾	click	9,8/s	70 dBNA	1000	NI	72ms	20-1500Hz (aquisição) / 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Weihing et al., 2012 ⁽¹⁶⁾	click	9,8/s	70 dBNA	1000	NI	72ms	20-1500Hz (aquisição) / 20-200Hz (análise)	C3, C4, A1, A2, Fpz
Frizzo et al., 2012 ⁽¹⁷⁾	click rarefeito	11/s	80 dBNA	NI	NI	100ms	10-100Hz	C3, C4, A1, A2, Fpz
Mancini et al., 2013 ⁽¹⁸⁾	click alternado	7,7/s	70 dBNA	1000	50.000	99,8ms	3-3000Hz	C3, C4, A1, A2, Fpz
Leite et al., 2014 ⁽¹⁹⁾	click rarefeito	9,9/s	70 dBNA	1000	NI	NI	10-150Hz	C3, C4, A1, A2, Fpz

Legenda: NI = não informado; C3 = junção temporoparietal esquerda; C4 = junção temporoparietal direita; A1 = orelha esquerda; A2 = orelha direita; Fpz = frontal polar de linha média; Hz = Hertz; ms = milissegundos; dBNA = decibel nível de audição

Quadro 2. Parâmetros de interpretação e valores normativos do PEAML para indivíduos normais ou controles

Autor, ano	Interpretação	Latência Pa (média/DP)	Amplitude Na-Pa (média/DP)	Estatística
Schochat et al., 2009 ⁽¹²⁾	Latência no pico de Pa; amplitude no pico de Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	NI	Qui-quadrado
Matas et al., 2010 ⁽¹³⁾	Latência no pico de Pa; amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	C3M1=1,88(1,06) C3M2=2,14(2,48) C4M1=2,10(1,54) C4M2=2,74(3,35)	Mann-Whitney, Wilcoxon, IC
Magliaro et al., 2010 ⁽¹⁴⁾	Latência no pico de Na e Pa; amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	NI	ANOVA, IC
Schochat et al., 2010 ⁽¹⁵⁾	Latência no pico mais negativo entre 14 e 21ms (Na) e mais positivo entre 21 e 45ms (Pa); amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	C3A1=35,49(2,46) C4A1=35,19(2,67) C3A2=35,85(4,73) C4A2=34,87(3,55)	C3A1=1,18(0,65) C4A1=1,48(0,77) C3A2=1,00(0,46) C4A2=1,18(0,66)	ANOVA
Weihing et al., 2012 ⁽¹⁶⁾	Presença de Na (14 a 21ms) e Pa (22 a 35ms); diferença absoluta e relativa de EE e EO	NI	NI	ANOVA
Frizzo et al., 2012 ⁽¹⁷⁾	Latência no pico das ondas Na, Pa e Nb; amplitude Na-Pa para EE ou EO	C3A1=32,05(5,61) C4A1=32,97(4,95) C3A2=32,65(5,02) C4A2=31,99(5,37)	C3A1=1,45(0,61) C4A1=1,49(0,67) C3A2=1,27(0,68) C4A2=1,47(0,70)	IC
Mancini et al., 2013 ⁽¹⁸⁾	Latência no pico mais positivo entre 25 e 35ms (Pa); amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	C3A1=28,91(4,06) C4A1=29,14(4,04) C3A2=28,54(3,91) C4A2=29,33(3,74)	C3A1=0,97(0,46) C4A1=0,97(0,46) C3A2=0,92(0,41) C4A2=0,83(0,43)	ANOVA, Fisher
Leite et al., 2014 ⁽¹⁹⁾	Latência no pico de Na e Pa; amplitude Na-Pa para EE ou EO com corte de 50%	NI	C3A1=1,83(1,01) C4A1=2,08(1,44) C3A2=1,96(2,36) C4A2=2,51(3,19)	ANOVA

Legenda: NI = não informado; C3 = junção temporoparietal esquerda; C4 = junção temporoparietal direita; A1 = orelha esquerda; A2 = orelha direita; Fpz = frontal polar de linha média; ms = milissegundos; DP = desvio padrão; IC = intervalo de confiança para médias; ANOVA = análise de variância; EE = efeito eletrodo; EO = efeito orelha

4.2 Artigo original: Treinamento auditivo em crianças e adolescentes com Transtorno do Processamento Auditivo: efetividade e o papel da adesão*

Aline Rejane Rosa de Castro, Patrícia Cotta Mancini, Ludimila Labanca, Luciana Macedo de Resende

*Versão em português para avaliação da banca examinadora e publicação do volume de dissertação.

4.2.1 Resumo

Objetivo: Investigar a efetividade do Treinamento Auditivo (TA) e seus determinantes em crianças e adolescentes com Transtorno do Processamento Auditivo (TPA).

Desenho: Estudo quase-experimental prospectivo realizado com crianças e adolescentes com TPA. **Amostra:** 50 normo-ouvintes de oito a 16 anos, com TPA, submetidos à avaliação e reavaliação comportamental e eletrofisiológica. O G1 (n=25) realizou oito sessões de TA e estimulação auditiva em casa. O G0 (controle) não realizou estimulação até a reavaliação. As análises descritiva e estatística contaram com nível de significância de 95% ($p < 0,05$). **Resultados:** O G1 melhorou significativamente mais que o grupo controle. O treino modificou mais as respostas de média e longa latência e os escores do SSW e PPS. O impacto do TA foi mais significativo em meninos ($p=0,004$), destros ($p=0,001$), com queixas escolares ou de aprendizagem ($p=0,004$), com queixa de ouvir no ruído ($p=0,016$), com comorbidades associadas ($p=0,009$) e que já haviam realizado fonoterapia ($p=0,007$). A adesão ao tratamento (72%) foi crucial para mudanças mais expressivas. Percepção de melhora se associou a resultados eletrofisiológicos e comportamentais mais significativos. **Conclusão:** Houve associação entre TA e melhora nas habilidades auditivas. A adesão ao tratamento foi determinante para os resultados da intervenção.

Descritores: Estimulação acústica; Plasticidade neuronal; Potenciais evocados auditivos; Percepção auditiva; Criança; Adolescente

4.2.2 Abstract

Objective: To investigate the effectiveness of Auditory Training (AT) in Auditory Processing Disorder (APD) and its determinants. **Design:** A Quasi-experimental study was conducted with APD children and adolescents. **Sample:** 50 individuals from eight to 16 years old were submitted to initial and final electrophysiological exams and audiological behavioral tests that assessed central auditory pathway function. G1 (n=25) underwent eight AT sessions lasting 40 minutes each and received guidance and material to reinforce auditory stimulation at home. G0 (control) was assessed at equal time intervals, but was not enrolled in AT. Descriptive and statistical analysis were performed considering significance level of 95% ($p < 0.05$). **Results:** Greater improvements were observed on G1. MLR, P300, SSW and PPS were more sensitive to AT effects. Major functional changes after AT were observed on boys ($p = 0.004$) and right-handed ($p = 0.001$). Participants with learning complaints ($p = 0.004$) and hearing in noise ($p = 0.016$), with comorbidities ($p = 0.009$) and previous speech therapy treatment ($p = 0.007$) also showed better results. AT adherence (72%) was correlated to greater improvement. Furthermore, participants whose parents perceived improvement on daily life also showed better electrophysiological and behavioral responses. **Conclusion:** AT was associated with auditory skills improvement. Patient's adherence was crucial for AT outcomes in APD children and adolescents.

Keywords: Acoustic stimulation; Neuronal plasticity; Evoked potentials; Auditory perception; Child; Adolescent

4.2.3. Introdução

O Transtorno do Processamento Auditivo (TPA) é a ineficiência e ineficácia no processamento perceptual da informação acústica no sistema nervoso central, não atribuídas à perda auditiva ou déficits cognitivos, demonstradas pelo mau desempenho em uma ou mais das habilidades auditivas de localização e lateralização do som, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos e aspectos temporais da audição, desempenho auditivo com sinais acústicos competitivos e sinais acústicos degradados (ASHA, 2005).

A abordagem terapêutica do TPA abrange principalmente o aumento da redundância extrínseca do estímulo, por meio de melhorias ambientais, e da redundância intrínseca, por meio do treinamento auditivo (TA). O TA estimula a neuroplasticidade por aprendizado e seu resultado depende capacidade de plástica do sistema nervoso central (SNC), qualidade e consistência do acompanhamento, complexidade da estimulação e motivação do paciente (Musiek, 1999; McArthur, 2009, Sharma et al, 2012). A idade e a maturação neural são fatores determinantes da capacidade de adaptação funcional e reorganização das sinapses frente à estimulação auditiva. A capacidade de plasticidade neural é maior em crianças e adolescentes que em adultos e idosos (Ponton et al, 2000; Moore et al, 2013).

Em relação à efetividade dos recursos terapêuticos utilizados na remediação do TPA, tanto o treinamento auditivo acusticamente controlado quanto o treinamento auditivo informal têm proporcionado resultados satisfatórios de melhora nas habilidades auditivas (Alonso & Schochat, 2009; Schochat et al, 2010; Loo et al, 2016). É possível observar a evolução do paciente por meio do registro e comparação de dados qualitativos ou quantitativos antes e após a estimulação auditiva. Aumento dos escores de porcentagem de acertos nos testes comportamentais, aumento da amplitude e diminuição da latência das ondas nos exames eletrofisiológicos, melhora

no desempenho de habilidades funcionais, redução na quantidade ou no impacto das queixas relatadas e evidências no diagnóstico por neuro-imagem são exemplos de como a melhora pós-treinamento pode ser observada e acompanhada evolutivamente (Jerger & Musiek, 2000; Wilson et al, 2013; Tawfik et al, 2015).

É recomendada a utilização combinada de testes comportamentais e eletrofisiológicos a fim de se obter resultados mais fidedignos e reduzir os vieses de interpretação no diagnóstico e monitoramento terapêutico dos distúrbios da audição. Neste contexto se justifica uma bateria de procedimentos padronizados para a avaliação e tratamento do TPA, bem como a verificação de sua efetividade em curto e longo prazo (Jerger & Musiek, 2000; Emanuel, 2002; ASHA, 2005; Filippini et al, 2014; Loo et al, 2016).

Na comparação entre os resultados da avaliação comportamental e eletrofisiológica de indivíduos sem queixas auditivas e com TPA suspeito ou confirmado, a literatura (Tremblay et al, 2001; Jirsa, 2002; Schochat et al, 2010; Tawfik et al, 2015) é consistente em afirmar que as respostas são piores entre os indivíduos com alteração nas habilidades auditivas e que estimulação auditiva orientada promove mudanças comportamentais e eletrofisiológicas que refletem a melhora quantitativa e qualitativa da função auditiva central. A melhora na amplitude, latência e/ou na morfologia das ondas captadas nos testes eletrofisiológicos após estimulação auditiva pode ser observada antes da percepção de mudanças na avaliação comportamental, sendo esta uma vantagem quanto ao uso destes potenciais na verificação da eficácia de programas terapêuticos. Mas, apesar de mais sensíveis, os potenciais evocados são menos específicos que a avaliação comportamental do processamento auditivo. Por isso, recomenda-se a utilização combinada desses métodos a fim de se obter resultados mais fidedignos e reduzir os vieses de interpretação (Jerger & Musiek, 2000; Heine & O'Halloran, 2015).

A melhor compreensão dos efeitos da fonoterapia no desempenho do processamento auditivo e a utilização de métodos objetivos para o monitoramento das mudanças obtidas representa uma aproximação à prática clínica baseada em evidências, além de ser um vasto campo para pesquisas observacionais e experimentais. Apesar das recentes publicações sobre o tema, a literatura é escassa quanto à investigação dos efeitos do treinamento auditivo desde o funcionamento do nervo coclear até áreas auditivas corticais em crianças e adolescentes. Também não há, até o momento, evidência científica sobre o impacto da adesão do indivíduo ao processo terapêutico nos resultados comportamentais e eletrofisiológicos do treinamento auditivo. Motivados por estudos anteriores de Alonso & Schochat (2009), Moore et al, 2009 e Loo et al (2016), a metodologia empregada na pesquisa foi semelhante à utilizada por Schochat et al, 2010 para acessar a efetividade do TA em indivíduos de mesma faixa etária. Portanto, o presente estudo teve o objetivo de verificar a ocorrência de mudanças nas respostas comportamentais e eletrofisiológicas de curta, média e longa latência em crianças e adolescentes com TPA submetidas a um programa de treinamento auditivo e o papel da adesão como determinante de sua efetividade.

4.2.4 Métodos

4.2.4.1 Delineamento

Trata-se de estudo quase-experimental prospectivo, de natureza quantitativa, realizado no Ambulatório de Fonoaudiologia de um hospital escola, na cidade de Belo Horizonte, Brasil, no período de março de 2014 a agosto de 2015.

4.2.4.2 Participantes

No total, 50 meninos e meninas com idades entre 8 e 16 anos e TPA confirmado pela anamnese e desempenho nos testes comportamentais do processamento participaram do estudo. Os indivíduos foram recrutados após encaminhamento à avaliação do PA em um hospital escola e alocados aleatoriamente em dois grupos distintos, de acordo com sua disponibilidade em iniciar e completar as 8 sessões de treinamento auditivo naquele momento. Todos os 50 integrantes da pesquisa foram submetidos à reavaliação comportamental e eletrofisiológica da audição após aproximadamente oito semanas. Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da instituição e todos os sujeitos, bem como seus responsáveis, consentiram em participar do estudo.

Grupo treinamento (G1)

Vinte e cinco indivíduos (6 meninas e 19 meninos), com TPA, foram submetidos ao treinamento auditivo. A média de idade foi de $9,84 \pm 1,95$ anos; 56% foram encaminhados à avaliação do PA devido a dificuldades escolares ou de aprendizagem, 32% por problemas relacionados à comunicação e 12% por desatenção. Com relação à audição, 52% referiram dificuldade para ouvir no ruído, 32% para compreender a fala e 16% não apresentaram queixas auditivas. A presença de comorbidades foi relatada por 44% dos participantes, sendo o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade - TDAH (20%) e as Síndromes Nefrológicas (12%) os mais frequentes. Onze participantes (44%) já haviam realizado terapia fonoaudiológica para remediação da queixa principal associada ao TPA. Todos os participantes apresentaram limiares de audibilidade até 25 dB, 88% ou mais de reconhecimento de monossílabos e curva timpanométrica Tipo A e presença de reflexos acústicos em intensidade adequada em ambas as orelhas.

Grupo controle (G0)

O grupo controle foi constituído por 25 participantes (6 meninas e 19 meninos), com TPA, não submetidos ao treinamento auditivo. A média de idade foi de $10 \pm 1,58$ anos; 60% foram encaminhados à avaliação do PA devido a dificuldades escolares ou de aprendizagem, 32% por problemas relacionados à comunicação e 8% por desatenção. Com relação à audição, 44% referiram dificuldade para ouvir no ruído, 24% para compreender a fala e 32% não apresentaram queixas auditivas. A presença de comorbidades foi relatada por 64% dos participantes, sendo o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade - TDAH (16%) e a Dislexia (12%) os mais frequentes. Quatorze participantes (56%) já haviam realizado terapia fonoaudiológica para remediação da queixa principal associada ao TPA. Todos os participantes apresentaram limiares de audibilidade até 25 dB, índice de reconhecimento de fala para monossílabos no silêncio melhor ou igual a 88% e curva timpanométrica Tipo A com presença de reflexos acústicos em intensidade adequada em ambas as orelhas.

4.2.4.3 Procedimentos e instrumentos de avaliação

Os indivíduos encaminhados à avaliação do processamento auditivo no Hospital Escola, que atendiam aos critérios de inclusão para o presente estudo, eram informados sobre as condições da pesquisa e convidados a participar. Todos 50 participantes foram submetidos dois momentos de avaliação comportamental e eletrofisiológica da audição: inicial e após aproximadamente oito semanas. A avaliação inicial foi realizada de acordo com a demanda de agendamentos do Serviço de Audiologia para pacientes encaminhados à avaliação do PA. A avaliação final foi realizada aproximadamente após oito sessões de treinamento no G1 e após 8 semanas decorridas desde a avaliação inicial para os integrantes do grupo controle.

Todos foram submetidos à avaliação audiológica básica composta por audiometria tonal com pesquisa dos limiares auditivos por via aérea nas frequências de 250 a 8000 Hz, logoaudiometria com pesquisa do Limiar de recepção da fala (SRT) e do Índice Percentual de Reconhecimento da Fala (IPRF) à viva voz, e medidas de imitação acústica, com pesquisa da curva timpanométrica e de reflexos acústicos contralaterais. Foi considerada audição dentro da normalidade limiares de audibilidade até 25 dB, 88% ou mais de reconhecimento de monossílabos, curva timpanométrica Tipo A e presença de reflexos acústicos em intensidade adequada em ambas as orelhas.

Seguindo recomendações internacionais acerca do diagnóstico do TPA, a avaliação comportamental foi composta por pelo menos um teste com tarefa de escuta dicótica (*Staggered Spondaic Test - SSW*), um de reconhecimento de fala com sinal acusticamente degradado (*Speech in Noise - SiN*) (Pereira & Schochat, 2011), um de processamento temporal (*Pitch Pattern Sequency - PPS*) (Auditec, 1997) e um de interação binaural (*Masking Level Difference - MLD*) (Auditec, 2005). A fim de complementar a avaliação comportamental e em também seguindo as diretrizes internacionais para o diagnóstico do TPA, foram realizadas medidas dos potenciais eletrofisiológicos de curta (*Auditory Brainstem Response - ABR*) (Hall, 2007), média (*Middle Latency Response - MLR*) (Castro et al, 2015) e longa latência (P300) (McPherson, 1996), permitindo o rastreio da via auditiva central desde o nervo auditivo até córtex. (Jerger & Musiek, 2000; ASHA, 2005).

Os testes comportamentais foram realizados em cabina acústica com o audiômetro de dois canais Itera II Otometrics®, acoplado a um reproduzidor de mídia e fones TDH 39. Os exames eletrofisiológicos foram realizados em sala acusticamente tratada, com o paciente deitado confortavelmente. Os registros foram obtidos por meio da plataforma Labat®/Epic Plus com uso de fones supra-aurais TDH-39. Após limpeza

da pele com pasta abrasiva, os eletrodos foram fixados à superfície com uso de pasta condutiva eletrolítica e esparadrapo. Foram considerados válidos os registros com impedância até 5K Ω em cada eletrodo e diferença de no máximo 2K Ω entre eles e cujos artefatos não ultrapassaram 10% do registro. O posicionamento dos eletrodos e suas derivações detalhadas na Tabela 1 seguiram o Sistema Internacional 10-20 proposto por Jasper (Hall, 2007). A Tabela 1 apresenta o detalhamento dos parâmetros e instrumentos utilizados na avaliação inicial e final do PA. Para julgamento do critério de normalidade foram aceitos até 2 desvios padrão em relação aos valores normatizados.

4.2.4.4 Procedimentos e instrumentos do treinamento auditivo

Todos os indivíduos do G1 completaram oito sessões de TA. A avaliação comportamental e eletrofisiológica do PA foi realizada antes do início e após a conclusão das sessões de treinamento auditivo. Foi realizada uma sessão por semana, com duração de 40 minutos, no Ambulatório de Fonoaudiologia de um Hospital Escola. Foi elaborado um protocolo padronizado de treinamento auditivo, com o cronograma e as atividades a serem desenvolvidas ao longo de oito semanas de intervenção. Além do treinamento semanal, os participantes receberam atividades de estimulação das habilidades auditivas para treinarem em casa até a próxima sessão.

Programa de treinamento auditivo padronizado

Os participantes do G1 foram submetidos a um programa padronizado de treinamento auditivo que abrangeu todas as habilidades auditivas, mesmo aquelas nas quais o paciente não apresentasse alteração durante a avaliação. Entretanto, foram realizados ajustes personalizados para cada participante. O programa de

treinamento auditivo padronizado contou com oito sessões de 40 minutos de duração divididas em quatro grupos de habilidades auditivas a serem trabalhadas. Todos fizeram duas sessões de estimulação para uma das habilidades de: figura-fundo auditiva, fechamento auditivo, interação binaural e processamento temporal. Foi utilizado *software* de estimulação auditiva com estratégias de metalinguagem e metacognição (Gielow, 2008), atividades em campo livre e com o uso de testes padronizados para avaliação do processamento auditivo (Pereira e Schochat, 2011) diferentes dos utilizados na etapa de avaliação. As atividades propostas para cada sessão estiveram de acordo com o nível de maturidade auditiva e intelectual, motivação, resposta e evolução do paciente, seguindo ordem crescente de complexidade com o objetivo de manter o desempenho nas tarefas entre 30 e 70% (Musiek et al, 1999).

O grupo controle (G0) foi orientado a aguardar oito semanas consecutivas sem qualquer estimulação voltada à reabilitação do TPA, tendo sido garantido a todos os 25 indivíduos a realização das oito sessões de treinamento auditivo no Ambulatório de Fonoaudiologia do hospital escola após a reavaliação comportamental e eletrofisiológica final.

Treinamento auditivo complementar

Como complementação às sessões semanais de treinamento auditivo no Hospital Escola, os participantes do G1 receberam orientações e materiais para estimulação das habilidades auditivas em casa. Para ter caráter regular, o participante deveria fazer as atividades de estimulação auditiva por pelo menos 15 minutos consecutivos, três vezes na semana, até a próxima sessão de treinamento. As atividades indicadas para estimulação em casa compreenderam estímulos acústicos gravados em um CD, tarefas como leitura em diferentes contextos (no silêncio, no

ruído, em voz alta etc) e jogos educativos com tarefas auditivas associadas. A complexidade e diversidade das tarefas teve em vista sua fácil incorporação à rotina dos participantes e seus familiares. A regularidade na realização da estimulação acústica em casa foi analisada como variável de adesão ao treinamento auditivo.

4.2.4.5 Análise dos dados

As respostas nos testes comportamentais e eletrofisiológicos foram registradas em formulários específicos e posteriormente tabuladas em banco de dados no programa Excel 2013 para análise dos resultados. Os dados coletados foram transformados em frequências descritivas e analisados estatisticamente por meio da aplicação dos Testes Mann Whitney e Wilcoxon para variáveis numéricas, Qui-quadrado e McNemar para variáveis categóricas, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e intervalos de confiança de 95%. Toda a análise estatística foi realizada com auxílio do software IBM SPSS versão 19.0.

4.2.5. Resultados

A distribuição das variáveis idade ($p=0,656$), sexo ($p=0,747$) e dominância manual ($p=1,000$) foi analisada por meio do Teste Mann-Whitney e houve semelhança entre os grupos treinamento e controle, permitindo que os mesmos fossem comparáveis. Na amostra de 50 indivíduos com distúrbio do processamento auditivo, foi maior a porcentagem de meninos (74%), destros (92%), queixas relacionadas a dificuldades escolares e de aprendizagem (58%), presença de queixas auditivas (76%), das quais foi maior a dificuldade para ouvir na presença de ruído (48%), e ausência de comorbidades associadas (60%).

A Tabela 2 demonstra o desempenho de cada participante nos testes comportamentais e as respostas eletrofisiológicas comparado os momentos inicial e

final (análise pareada). Foi observada mudança nos resultados tanto para o grupo treinamento quanto para o grupo controle. Entretanto, no grupo treinamento a melhora das respostas na avaliação final foi mais expressiva que no grupo controle. O ABR foi o exame menos sensível às mudanças proporcionadas pelo treinamento auditivo.

Na Tabela 3, os indivíduos do grupo treinamento foram comparados aos do grupo controle nos momentos pré e pós intervenção. Os grupos foram homogêneos quanto às respostas comportamentais e eletrofisiológicas na avaliação inicial ($p > 0,05$). Na avaliação final, o treinamento auditivo proporcionou melhora significativa nas respostas do P300 e MLR e nos escores do SSW e PPS. Também foi observada redução significativamente maior no número de habilidades alteradas em indivíduos que realizaram o treinamento auditivo.

Na análise categórica pareada da ocorrência de resultados normais na avaliação final em relação à avaliação inicial nos grupos treinamento e controle (Teste McNemar), as mudanças de diagnóstico, de alterado para normal, foram significativas apenas no grupo que realizou o treinamento auditivo e para as habilidades de fechamento auditivo (0,016), processamento temporal (0,008) e interação binaural (0,031).

A Tabela 4 apresenta o impacto do treinamento auditivo sobre as variáveis características da amostra quando comparadas as respostas comportamentais e eletrofisiológicas pré e pós treinamento no G1. A melhora nos resultados pós treinamento foi mais expressiva entre meninos, destros, crianças com queixas escolares ou de aprendizagem, com dificuldade para ouvir no ruído, com comorbidades associadas e que já haviam realizado fonoterapia.

Dezoito participantes do G1 (72%) realizaram o treinamento auditivo complementar regularmente. Conforme descrito na Tabela 5, a adesão ao tratamento foi associada a mudanças mais significativas e em um número maior de parâmetros

testados. Durante a avaliação final dos indivíduos do G1, os responsáveis foram questionados sobre os efeitos do treinamento auditivo sobre as queixas previamente apresentadas e o comportamento auditivo dos participantes. Não foi utilizado instrumento específico para acessar esta informação. Não foi relatada piora após o treinamento auditivo. Observou-se que os participantes cujos responsáveis não observaram melhora (n=7) apresentaram mudanças significativas apenas nos exames eletrofisiológicos. Entre os que relataram percepção de melhora (72%), as mudanças foram significativas também na avaliação comportamental e ainda mais expressivas nos exames eletrofisiológicos.

Além dos resultados mais significativos nas respostas comportamentais e eletrofisiológicas, a percepção de melhora foi maior entre os participantes que aderiram ao treinamento (83,3%) em comparação aos que não aderiram à intervenção proposta (42,8%).

4.2.6. Discussão

Estudos sobre a efetividade do treinamento auditivo têm demonstrado importância da estimulação das habilidades do processamento auditivo em diferentes populações. O TPA é mais prevalente em meninos e tem sido associado a dificuldades acadêmicas e alteração em processos cognitivos superiores como atenção, memória e linguagem (Murphy et al, 2013; Ahmmed et al, 2014). A comorbidade com outros transtornos, principalmente o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade e o Distúrbio Específico de Linguagem, evidencia a necessidade de cautela e critérios bem definidos na confirmação do TPA. Mais importante que dar um rótulo ao paciente, é imprescindível fazer da avaliação do PA uma ponte para a adequada abordagem e otimização do processo terapêutico. A história clínica deve ser investigada na rotina de avaliação. Apesar de não haver

consenso na literatura sobre a associação direta entre queixas e achados específicos na avaliação do PA, a queixa de dificuldade para ouvir no ruído é recorrente e geralmente associada ao risco ou confirmação de TPA (Dawes et al, 2008; Weihing & Musiek, 2008; Ahmmed et al, 2014).

A comparação de respostas comportamentais e eletrofisiológicas eliciadas por tarefas auditivas, pré e pós intervenção terapêutica, permite investigar a associação entre o treinamento auditivo e a neuroplasticidade da via auditiva em crianças e adolescentes, contribuindo com evidências para a prática fonoaudiológica. A variabilidade das respostas devido a características individuais reforça a necessidade de estudos pareados, em que a performance de um mesmo paciente é comparada em dois ou mais momentos, reduzindo potenciais vieses de seleção. O uso conjunto de testes comportamentais e eletrofisiológicos favorece a magnitude das associações acerca da efetividade do treinamento auditivo (Jerger & Musiek, 2000; Jirsa, 2002; Tremblay, 2007; Alonso & Schochat, 2009).

Os achados do presente estudo corroboram a literatura (Alonso & Schochat, 2009; Wilson et al, 2013; Tawfik et al, 2015; Loo et al, 2016) em relação à associação entre realização de treinamento das habilidades auditivas e melhora nas respostas comportamentais e eletrofisiológicas da audição. Também acrescentam nível de evidência mais robusto por meio da metodologia quase-experimental prospectiva e o uso conjunto de medidas subjetivas e objetivas que possibilitaram análise mais abrangente da via auditiva.

O treinamento auditivo promove a neuroplasticidade por aprendizagem, estimulando mudanças bioquímicas e aumento do número de neurônios envolvidos com a decodificação, codificação e organização das experiências acústicas ao longo da via auditiva, fortalecendo suas sinapses. A melhora mais significativa observada pós intervenção permite afirmar que o treinamento auditivo potencializa e acelera o

processo maturacional da via auditiva central de indivíduos com TPA (Ponton et al, 2000; Moore, 2002; Alonso & Schochat, 2009; Sharma et al, 2012; Moore et al, 2013). Em coortes com acompanhamento superior a três meses foram evidenciadas mudanças funcionais e estruturais, como expansão da substância cinzenta, remodelamento sináptico e aumento da mielinização na via auditiva central (Dragansky et al, 2004). Em pacientes com TPA, a ocorrência e a manutenção destas mudanças torna-se imprescindível ao adequado curso da vida pessoal, acadêmica, social e profissional (Filippini et al, 2014).

A sensibilidade e especificidade dos testes comportamentais e eletrofisiológicos do PA são fatores de extrema relevância na comparação dos achados pré e pós treinamento auditivo. Pacientes que referem melhora e não apresentam mudanças quantificáveis nos exames, e vice-versa, expõem a fragilidade do diagnóstico baseado no critério passa-falha com padrões de normalidade nem sempre adequados à população em estudo (Moore et al, 2009; Cacace & McFarland, 2013; Heine & O'Halloran, 2015). Mais uma vez, o pareamento dos achados individuais na avaliação inicial e final se sobrepõe às generalizações intergrupos na investigação da efetividade de procedimentos terapêuticos. A presença de um grupo controle não submetido ao TA, cuja melhora na reavaliação tenha sido não significativa ou menos expressiva em comparação ao grupo que realizou a estimulação, agrega valor às associações estatísticas do estudo.

Os testes mais sensíveis à melhora proporcionada pelo TA estão relacionados às habilidades de escuta dicótica e processamento temporal, com correlatos eletrofisiológicos na via talamocortical e córtex auditivo. Estudos apontaram o SSW como o principal exame comportamental relacionado a alterações auditivas em nível cortical, sendo que seu uso conjunto com o P300 representa o protocolo mais indicado para avaliação funcional de indivíduos com alteração do processamento auditivo

(Jirsa, 2002; Alonso & Schochat, 2009). Tremblay (2007) acrescentou que as mudanças fisiológicas que ocorrem após o TA derivam de um maior número de neurônios respondendo à informação sensorial auditiva, da melhora da sincronia neural ou da coerência temporal, e da diferenciação e reorganização da especificidade das células nervosas, sendo os potenciais tardios os mais sensíveis a essas mudanças.

Apesar da baixa reprodutibilidade intra-sujeito, o MLR tem revelado grande utilidade na avaliação funcional da via auditiva central por possuir múltiplos sítios geradores relacionados a habilidades auditivas primárias (discriminação e figura-fundo) e não-primárias (atenção, memória e integração sensorial) (McGee & Kraus, 1996; Schochat et al, 2010, Wilson et al, 2013). Weihing & Musiek (2008) forneceram evidências importantes sobre a utilidade do MLR como quantificador da habilidade de interação binaural. Por outro lado, Santos et al (2015) encontraram correlação entre alteração na habilidade de fechamento e no MLR em ambas orelhas, e na habilidade de ordenação temporal e ocorrência de efeito eletrodo à direita. Apesar dos achados divergentes, ambos estudos relataram a associação entre a resposta no MLR e na discriminação de fala e habilidade para ouvir no ruído, fundamentais para a comunicação humana e sucesso no ambiente escolar.

A habilidade de figura-fundo para sons linguísticos sofreu menor impacto do TA, ou seja, não melhorou a ponto de se enquadrar nos critérios de normalidade, quando comparada às demais. A resposta na tarefa de escuta dicótica sofre influência direta da especialização hemisférica para a linguagem e da maturação da via auditiva central (Ponton et al, 2000; Moore, 2002), além das características do instrumento utilizado para sua avaliação. Apesar de os grupos treinamento e controle terem sido homogêneos quanto à idade, aproximadamente 80% da amostra total foi composta por crianças com até 12 anos. A literatura aponta que a maturação do corpo caloso,

estrutura imprescindível na integração inter-hemisférica, acontece por volta dos 12 anos (Ponton et al, 2000). Entretanto, a habilidade de figura-fundo depende do processamento cortical da informação, cujas estruturas continuam em desenvolvimento até o final da adolescência (Moore, 2002). A baixa sensibilidade e a alta carga verbal do SSW (Murphy et al, 2013) devem ser consideradas na interpretação dos efeitos do TA sobre a habilidade de figura-fundo. A velocidade de acesso lexical, o uso eficiente da memória e a organização temporal dos estímulos também são cruciais para o adequada performance no SSW. Principalmente em crianças, a demanda cognitiva e linguística dos testes de processamento auditivo afeta o desempenho individual e a comparação evolutiva das mudanças comportamentais (Jerger & Musiek, 2000; Emanuel, 2002; ASHA, 2005). O presente estudo reitera portanto o uso de instrumentos validados, com a melhor relação entre sensibilidade e especificidade, demanda verbal e critérios de normalidade adequados à faixa etária pesquisada, como indicação para pesquisas futuras.

Considerações sobre as características da amostra que mais se associaram a maiores benefícios com o TA permitem a reflexão sobre a opção terapêutica utilizada no presente estudo. A escolha por uma abordagem abrangente, que trabalhasse todas as quatro habilidades principais, trouxe benefícios mais significativos para os grupos mais prevalentes na amostra. O uso de recursos variados, com estratégias metacognitivas e metalinguísticas associadas à estimulação auditiva, facilitam a generalização dos ganhos em neuroplasticidade para os processos *top-down* e refletem em melhora não apenas nas habilidades do processamento perceptual, mas também nas habilidades comunicativas e cognitivas inseridas na rotina dos indivíduos (Moore, 2002; Gielow, 2008; Moore et al, 2009; Sharma et al, 2012; Murphy et al, 2015). É necessário entretanto, ressaltar que o treinamento auditivo acusticamente controlado, direcionado à melhora na discriminação e decodificação auditivas, é uma

ferramenta importante e muitas vezes imprescindível para a evolução clínica do paciente e sua efetiva reabilitação (Alonso & Schochat, 2009; McArthur, 2009).

A adesão ao tratamento também é um potencial viés a ser considerado na avaliação dos resultados de uma intervenção terapêutica. Espera-se uma relação diretamente proporcional entre o envolvimento do paciente e da família com a terapia e a melhora evolutiva. Com relação à neuroplasticidade auditiva, Merzenich et al. (1996) comentaram que a frequência é mais importante que a duração de cada sessão de estimulação auditiva, ou seja, quanto mais intenso o treinamento, maior a probabilidade de haver mudanças significativas na via auditiva central. Ou seja, a continuidade do treinamento auditivo fora do ambiente terapêutico aumenta a quantidade de experiências acústicas entre uma sessão e outra, favorecendo a assim a magnitude e velocidade da melhora nas habilidades auditivas. Um ponto central na aderência ao treinamento auditivo é a motivação. Segundo Henshaw et al. (2015), a motivação extrínseca é responsável pelo vínculo inicial entre terapeuta e paciente e a motivação intrínseca fica a cargo de manter o engajamento ao programa de reabilitação proposto. É preciso ter então uma visão “fora da caixa” ao abordarmos crianças e adolescentes, uma vez que a motivação em procurar e concluir o tratamento geralmente é dos responsáveis e não do paciente. Responsabilizar apenas o paciente ou a família pela falta de adesão diminui a importância do papel do fonoaudiólogo na disseminação do conhecimento e gerenciamento do sucesso do plano terapêutico. Reiners et al. (2008) sugerem o uso de fluxogramas de atendimento e acompanhamento, a orientação com linguagem acessível e a adequação do esquema terapêutico ao cotidiano do paciente como práticas de afirmação da adesão terapêutica por parte do profissional de saúde.

Um contraponto à máxima de “quanto mais, melhor” foi descrito no estudo de Wright & Sabin (2007). Os autores compararam, por meio de tarefas de discriminação

auditiva, o impacto da quantidade de treinamento diário no aprendizado perceptual via audição e não encontraram associação entre sessões extras de treinamento e percentual de melhora na discriminação auditiva. Também observaram haver um limite crítico para discriminação, sugerindo que o aprendizado perceptual está intimamente ligado ao *spam* de memória de curto prazo e a consolidação diária das informações na memória de longo prazo. Então, é preciso que o fonoaudiólogo planeje o treinamento auditivo de maneira que a repetição dos estímulos seja adequada à capacidade e interesse do paciente. Dados qualitativos do presente estudo permitiram apontar que a associação a tarefa auditiva a comandos que ativassem a curiosidade, criatividade ou competitividade dos pacientes, facilitaram o recrutamento de áreas relacionadas às funções executivas, como atenção e cognição, e favoreceram o desempenho nas atividades propostas, podendo também ter sido um facilitador para o aprendizado perceptual da habilidade treinada.

A percepção de melhora também é um dado relevante quanto à efetividade do treinamento auditivo, pois reflete a generalização dos resultados para o dia a dia do paciente e sua rotina familiar e escolar. Mudanças fisiológicas em nível de estruturas subcorticais e corticais foram observadas após o treinamento auditivo e precederam as manifestações comportamentais do paciente e a percepção de melhora por parte dos responsáveis. Este resultado corrobora outros estudos sobre os efeitos do TA (Tremblay et al, 2001; Jirsa, 2002; Wilson et al, 2013) e acrescenta a associação entre a magnitude da melhora nas respostas eletrofisiológicas e melhora significativa nos testes comportamentais dos pacientes à percepção de melhora pelos seus responsáveis. Tal achado também reforça a importância da inclusão de exames eletrofisiológicos na bateria de avaliação do PA e, principalmente, no monitoramento evolutivo da audição de crianças e adolescentes com TPA.

Futuros estudos com o acompanhamento longitudinal dos pacientes treinados são necessários a fim de fortalecer as evidências da manutenção da efetividade do treinamento ao longo do tempo, bem como o uso de instrumentos validados para compreensão da auto percepção quanto ao efeito do treinamento auditivo sobre as dimensões social, neuropsicológica e acadêmica das crianças e adolescentes com TPA.

4.2.6. Conclusão

O presente estudo buscou verificar a efetividade do TA em crianças e adolescentes com TPA. Por meio da melhora nas habilidades auditivas alteradas pode-se inferir que o treinamento auditivo promoveu a neuroplasticidade da via auditiva central de crianças e adolescentes. As mudanças eletrofisiológicas precederam as comportamentais e foram mais robustas em pacientes cujos responsáveis perceberam a melhora no dia a dia. Houve significativo aumento da amplitude e redução da latência nas respostas no MLR e P300 e aumento nos escores do SSW e PPS no grupo que realizou o programa de treinamento auditivo. A adesão ao tratamento foi um fator determinante da magnitude da melhora observada pós intervenção.

Acknowledgements

Appreciation is expressed to Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES for the financial support given in the form of scholarship. Portions of this manuscript were presented at the AudiologyNOW in Phoenix, AZ, April 2016. The authors would also like to thank the participants and their families. The study was approved by the regional ethics committee (CEP 552.867).

4.2.7. Referências

- Ahmmed, A.U., Ahmmed, A.A., Bath, J.R., Ferguson, M.A., Plack, C.J., Moore, D.R. 2014. Assessment of children with suspected auditory processing disorder: a factor analysis study. *Ear Hear*, 35(3), 295-305.
- Alonso, R., Schochat, E. 2009. A eficácia do treinamento auditivo formal em crianças com transtorno de processamento auditivo (central): avaliação comportamental e eletrofisiológica. *Braz J Otorhinolaryngol*, 75(5), 726-32.
- American Speech-Language Hearing Association. 2005. (Central) auditory processing disorders, Technical report: Working group on auditory processing disorders. Retrieved from: www.asha.org/policy
- Auditec of St. Louis. 1997. Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. MO: Auditec.
- Auditec of St. Louis. 2005. Masking Level Difference. St. Louis, MO: Auditec.
- Cacace, A.T., McFarland, D.J. 2005. The importance of modality specificity in diagnosing central auditory processing disorder. *Am J Audiol*, 14, 112-23.
- Castro ARR, Barreto SR, Mancini PC, Resende LM. 2015. Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. *Audiol Commun Res*, 20(4), 384-91.
- Dawes, P., Bishop, D.V.M., Sirimanna, T., Bamiou, D.E. 2008. Profile and aetiology of children diagnosed with auditory processing disorder (APD). *Int J Ped Otorhinolaryngol*, 72, 483-9.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., May, A. 2004. Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training. *Nature*. 427, 311–2.

Emanuel, D.C. 2002. The Auditory Processing Battery: Survey of Common Practices. *J Am Acad Audiol*, 13, 93-117.

Filippini, R., Brito, N.F.S., Neves-Lobo, I.F., Schochat, E. 2014. Manutenção das habilidades auditivas pós treinamento auditivo. *Audiol Commun Res*, 19(2), 112-6.

Gielow, I. 2008. Escutação: treino auditivo para a vida. São Paulo: Thot.

Hall, J.W. 2007. Overview of auditory neurophysiology. In: Hall, J.W. *New handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn & Bacon, pp. 1 - 34.

Heine, C., O'Halloran, R. 2015. Central Auditory Processing Disorder: a systematic search and evaluation of clinical practice guidelines. *J Eval Clin Pract*, 21(6), 988-94.

Henshaw, H., McCormack, A., Ferguson, M. 2015. Intrinsic and extrinsic motivation is associated with computer-based auditory training uptake, engagement, and adherence for people with hearing loss. *Front Psychol*, 6, 1067.

Jerger, J., Musiek, F.E. 2000. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. *J Am Acad Audiol*, 11(9), 467-74.

Jirsa, R.E. 2002. Clinical Efficacy of Eletrophysiologic measures in APD management programs. *Semin Hear*, 23(4), 349-55.

Loo, J.H., Rosen, S., Bamiou, D.E. 2016. Auditory Training Effects on the Listening Skills of Children With Auditory Processing Disorder. *Ear Hear*, 37(1), 38-47.

McArthur, G.M. 2009. Auditory processing disorders: can they be treated? *Curr Opin Neurol*, 22(2), 137-43.

McGee, T., Kraus, N. 1996. Auditory development reflected by middle latency response. *Ear Hear*, 17(5), 419-29.

McPherson, D.L. 1996. Late Potentials of the Auditory System. San Diego: Singular Publishing Group.

Merzenich, M.M., Jenkins, W.M., Johnston, P., Schreiner, C., Miller, S.L., Tallal, P. 1996. Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *science*, 271, 77-81.

Moore, D.R., Halliday, L.F., Amitay, S. 2009. Use of auditory learning to manage listening problems in children. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364(1515), 409-20.

Moore, D.R., Rosen, S., Bamiou, D.E., Campbell, N.G., Sirimanna, R. 2013. Evolving concepts of developmental auditory processing disorder (APD): A British Society of Audiology APD Special Interest Group 'white paper'. *Int J Audiol*, 52, 3-13.

Moore, D.R. 2002. Auditory development and the role of experience. *Br Med Bull*, 63, 171-81.

Murphy, C.B., Peres, A.K., Zachi, E.C., Ventura, D.F., Pagan-Neves, L., Wertzner, H.F., Schochat, E. 2015. Generalization of sensory auditory learning to top-down skills in a randomized controlled trial. *J Am Acad Audiol*, 26(1), 19-29.

Murphy, C.F.B., La Torre, R., Schochat, E. 2013. Associação entre habilidades top-down e testes de processamento auditivo. *Braz J Otorhinolaryngol*, 79(6), 753-9.

Musiek, F. 1999. Habilitation and management of auditory processing disorders: overview of selected procedures. *J Am Acad Audiol*, 10(6), 329-42.

Pereira, L.D., Schochat, E. 2011. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. São Paulo: Pró Fono

Ponton, C.W., Eggermont, J.J., Kwong, B., Don, M. 2000. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol*, 111(2), 220-36.

Reiners, A.A.O., Azevedo, R.C.S.A., Vieira, M.A., Arruda, A.L.G. 2008. Produção bibliográfica sobre adesão/não-adesão de pessoas ao tratamento de saúde. *Cien Saude Col*, 13(2), 2299-2306.

Santos, T.S., Mancini, P.C., Sancio, L.P., Castro, A.R., Labanca, L., Resende, L.M. 2015. Achados da avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo. *Audiol Commun Res*, 20(3), 225-32.

Schochat, E., Musiek, F.E., Alonso, R., Ogata, J. 2010. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res*, 43(8), 777-85.

Sharma, M., Purdy, S. C., Kelly, A. S. 2012. A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *Int J Audiol*, 51(7), 506-18.

Tawfik, S., Mohamed, D., Mesallamy, R. 2015. Evaluation of long term outcome of auditory training programs in children with auditory processing disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 79(12), 2404-10.

Tremblay, K., Kraus, N., Mcgee, T., Ponton, C., Brian, O. 2001. Central auditory plasticity: changes in the N1-P2 complex after speech-sound training. *Ear Hear*, 22, 79-100.

Tremblay, K.L. 2007. Training-related changes in the brain: evidence from human auditory evoked potentials. *Train EEG*, 28, 120-132.

Weihing, J., Musiek, F.E. 2008. An electrophysiological measure of binaural hearing in noise. *J Am Acad Audiol*, 19(6), 481-95.

Wilson, J.W., Arnott, W., Henning, C. 2013. A systematic review of electrophysiological outcomes following auditory training in school-age children with auditory processing deficits. *Int J Audiol*, 52, 721-30

Wright, B.A., Sabin, A.T. 2007. Perceptual learning: how much daily training is enough? *Exp Brain Res*, 180(4), 727-36.

Tabela 1. Parâmetros e instrumentos utilizados na avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo

Teste	Parâmetros de realização	Crítérios de interpretação
SSW	Apresentação dicótica de 4 dissílabos alternados entre as orelhas a 50 dBNS. Versão do Português brasileiro.	% de acertos DC e EC Pereira & Schochat (2011)
SiN	Apresentação monoaural de 25 monossílabos a 40dBNS e ruído branco ipsilateral na relação S/R=+5	% de acertos Pereira & Schochat (2011)
PPS	Apresentação monoaural de 3 tons puros em sequência, um deles de frequência diferente (880Hz; 1430Hz) a 40dBNS	% de acertos Auditec St. Louis (1997)
MLD	Apresentação binaural de ruído e tom pulsátil de 500Hz, em condição homo e heterofásica, a 50dBNS.	SoNo - SπNo (em dB). Auditec St. Louis (2005)
ABR	Fz (jumper - ativo), A1/A2 (referência), FPz; 1000 cliques 100us alternados; apresentação monoaural; 11,1/s; 80dBNA; ganho de 100.000; filtros de 100-3000Hz; janela de 10ms.	Morfologia, latência absoluta e interpicos das ondas I, III e V; replicabilidade das ondas. Hall (2007)
MLR	C3/C4 (ativo), A1/A2 (referência), FPz; 1000 tons <i>burst</i> de 1000Hz alternados; 7,1/s; 70dBNA; ganho de 50.000; filtros de 10-200Hz; janela de 100ms	Morfologia, latência absoluta e amplitude relativa de Na e Pa (EE/EO); replicabilidade. Castro et al. (2015)
P300	Fz (jumper - ativo), A1/A2 (referência), FPz; 300 tons <i>burst</i> de 1000Hz e 2000Hz (raro) alternados, 1,1/s; 75dBNA; nº estímulos: ganho de 30.000; filtros de 1-30Hz; paradigma <i>oddball</i> 20%; janela de 600ms; contagem mental dos raros	Morfologia, latência e amplitude de P3 (raro); replicabilidade. McPherson (1996)

Legenda: SSW: *Staggered Spondaic Words*; PPS: Pitch Pattern Sequence (PPS); MLD: Masking Level Difference; ABR: Auditory Brainstem Response; MLR: Middle Latency Response; dBNS: decibel nível de sensação; dBNA: decibel nível de audição; S/R: sinal ruído; SoNo: sinal e ruído em fase; SπNo: sinal e ruído fora de fase; C3: junção temporoparietal esquerda; C4: junção temporoparietal direita; A1: orelha esquerda; A2: orelha direita; Fz: frontal; Fpz: frontal; polar de linha média; EE: efeito eletrodo; EO: Efeito orelha

Tabela 2. Comparação pareada dos resultados na avaliação inicial e final para os indivíduos dos grupos treinamento (G1) e controle(G0)

Variáveis	G0					G1				
	INICIAL		FINAL		Valor p*	INICIAL		FINAL		Valor p*
	Média	DP	Média	DP		Média	DP	Média	DP	
Latência P300	351,92	32,73	342,56	26,63	<u>0,001</u>	344,08	27,09	321,32	23,65	<u><0,001</u>
Amplitude P300	2,93	0,93	2,98	0,81	0,345	3,21	1,05	4,47	2,00	<u>0,001</u>
Latência Na ^a	19,64	0,89	19,58	0,97	<u>0,003</u>	19,64	0,97	19,27	0,84	<u><0,001</u>
Latência Pa ^a	30,23	0,91	30,11	0,84	<u>0,001</u>	30,03	1,43	29,45	0,91	<u><0,001</u>
Amplitude Na-Pa ^a	0,86	0,21	0,84	0,27	<u><0,001</u>	0,94	0,27	1,33	0,37	<u><0,001</u>
Onda V OD	5,65	0,10	5,63	0,09	<u>0,027</u>	5,69	0,11	5,67	0,09	<u>0,007</u>
Onda V OE	5,65	0,08	5,65	0,08	<u>0,038</u>	5,70	0,10	5,69	0,09	0,105
Diferença V-V	0,039	0,047	0,038	0,033	0,228	0,064	0,056	0,062	0,049	0,752
Diferença I-V	0,045	0,045	0,047	0,037	0,227	0,083	0,065	0,078	0,062	0,305
SSW OD	62,29	24,26	64,20	20,91	<u>0,020</u>	62,50	19,04	72,80	14,83	<u>0,002</u>
SSW OE	62,71	21,71	64,40	18,60	<u>0,043</u>	54,90	21,78	67,60	14,78	<u>0,001</u>
Fala com ruído OD	77,60	15,96	81,04	10,88	<u>0,011</u>	76,32	13,46	82,53	9,58	<u>0,001</u>
Fala com ruído OE	79,04	14,44	80,24	13,57	0,109	76,16	14,17	82,48	9,30	<u>0,003</u>
PPS OD	70,28	19,90	74,00	21,44	0,068	76,61	16,17	84,61	11,41	<u><0,001</u>
PPS OE	73,99	20,23	76,66	19,36	<u>0,028</u>	68,54	16,43	80,15	9,90	<u><0,001</u>
MLD	9,44	4,10	10,00	3,32	<u>0,038</u>	9,58	4,49	11,20	2,83	<u>0,007</u>
Habilidades alteradas	2,36	1,08	2,08	1,00	<u>0,008</u>	2,48	1,09	1,52	0,87	<u><0,001</u>

Legenda: G0=grupo controle; G1=grupo treinamento; DP=desvio padrão; p=probabilidade de significância; OD=orelha direita; OE=orelha esquerda. SSW=Staggered Spondaic Words; PPS=Pitch Pattern Sequence; MLD=Masking Level Difference. ^aMédia dos valores obtidos nas derivações C3A1, C3A2, C4A1, C4A2. *Teste Wilcoxon

Tabela 3. Comparação intergrupos dos resultados na avaliação inicial e final para os indivíduos dos grupos treinamento e controle

Variáveis	AVALIAÇÃO INICIAL					AVALIAÇÃO FINAL				
	G0 (n=25)		G1 (n=25)		Valor p*	G0 (n=25)		G1 (n=25)		Valor p*
	Média	DP	Média	DP		Média	DP	Média	DP	
Latência P300	351,92	32,73	344,08	27,09	0,264	342,56	26,63	321,32	23,65	0,003
Amplitude P300	2,93	0,93	3,21	1,05	0,861	2,98	0,81	4,47	2,00	0,004
MLR Latência Na ^a	19,64	0,89	19,64	0,97	0,669	19,58	0,97	19,27	0,84	0,145
MLR Latência Pa ^a	30,23	0,91	30,03	1,43	0,568	30,11	0,84	29,45	0,91	0,061
MLR Amplitude Na-Pa ^a	0,86	0,21	0,94	0,27	0,662	0,84	0,27	1,33	0,37	<0,001
ABR Onda V OD	5,65	0,10	5,69	0,11	0,532	5,63	0,09	5,67	0,09	0,452
ABR Onda V OE	5,65	0,08	5,70	0,10	0,830	5,65	0,08	5,69	0,09	0,633
ABR Diferença V-V	0,039	0,047	0,064	0,056	0,673	0,038	0,033	0,062	0,049	0,984
ABR Diferença I-V	0,045	0,045	0,083	0,065	0,475	0,047	0,037	0,078	0,062	0,747
SSW OD	62,29	24,26	62,50	19,04	0,841	64,20	20,91	72,80	14,83	0,052
SSW OE	62,71	21,71	54,90	21,78	0,880	64,40	18,60	67,60	14,78	0,034
Fala com ruído OD	77,60	15,96	76,32	13,46	0,673	81,04	10,88	82,53	9,58	0,128
Fala com ruído OE	79,04	14,44	76,16	14,17	0,681	80,24	13,57	82,48	9,30	0,124
PPS OD	70,28	19,90	76,61	16,17	0,627	74,00	21,44	84,61	11,41	0,079
PPS OE	73,99	20,23	68,54	16,43	0,551	76,66	19,36	80,15	9,90	0,006
MLD	9,44	4,10	9,58	4,49	0,681	10,00	3,32	11,20	2,83	0,218
Habilidades alteradas	2,36	1,08	2,48	1,09	0,352	2,08	1,00	1,52	0,87	0,003

Legenda: G0=grupo controle; G1=grupo treinamento; DP=desvio padrão; p=probabilidade de significância; OD=orelha direita; OE=orelha esquerda. SSW=Staggered Spondaic Words; PPS=Pitch Pattern Sequence; MLD=Masking Level Difference. ^aMédia dos valores obtidos nas derivações C3A1, C3A2, C4A1, C4A2. *Teste Mann-Whitney

Tabela 4. Análise de significância das respostas pré e pós intervenção no grupo de estudo em relação às características da amostra (n=25)

		Latência Onda V	Amplitude Na-Pa	Latência P300	SSW	Fala com Ruído	PPS	MLD	Habilidades alteradas
Variável	Categoria	Valor p*							
SEXO	Feminino	0,068	0,593	0,461	0,045	0,180	0,028	0,102	0,024
	Masculino	0,005	0,066	0,311	0,008	0,007	0,005	0,024	0,004
DOMINÂNCIA MANUAL	Destro	0,001	0,140	0,609	0,002	0,003	0,001	0,011	0,001
	Canhoto	0,317	0,317	0,317	0,317	1,000	0,180	0,317	0,180
QUEIXA PRINCIPAL	Comunicação	0,028	0,655	0,102	0,357	0,102	0,018	0,157	0,034
	Atenção	0,180	1,000	0,317	0,180	0,317	0,317	0,317	0,317
	Aprendizagem	0,028	0,039	0,187	0,007	0,017	0,012	0,020	0,004
QUEIXA AUDITIVA	Sem queixa	0,068	0,180	0,715	0,027	0,102	0,068	0,655	0,025
	Compreensão	0,109	0,593	1,000	0,109	0,102	0,109	0,102	0,046
	Ouvir no ruído	0,018	0,180	1,000	0,045	0,042	0,008	0,024	0,016
COMORBIDADE	Não	0,008	0,223	0,953	0,042	0,043	0,012	0,097	0,010
	Sim	0,043	0,180	0,581	0,027	0,026	0,012	0,129	0,009
FONOTERAPIA PRÉVIA	Não	0,028	1,000	0,595	0,017	0,066	0,012	0,066	0,010
	Sim	0,012	0,068	0,933	0,029	0,017	0,012	0,053	0,007

Legenda: p=probabilidade de significância; SSW=Staggered Spondaic Words; PPS=Pitch Pattern Sequence; MLD=Masking Level Difference. *Teste Wilcoxon

Tabela 5. Comparação pareada das respostas inicial e final dos indivíduos do grupo treinamento (n=25) que aderiram ou não ao tratamento por meio da realização regular do treinamento auditivo complementar e percepção da família sobre a melhora pós treinamento auditivo.

Variáveis	Avaliação Inicial		Avaliação Final		Adesão ao tratamento		Percepção de melhora	
	Média	DP	Média	DP	Não	Sim	Igual	Melhorou
					Valor p*		Valor p*	
Latência P300	344,08	27,09	321,32	23,65	<u>0,028</u>	<u>0,001</u>	<u>0,068</u>	<u>0,001</u>
Amplitude P300	3,21	1,05	4,47	2,00	<u>0,043</u>	<u>0,008</u>	0,18	<u>0,002</u>
Latência Na ^a	19,64	0,97	19,27	0,84	<u>0,017</u>	<u>0,002</u>	<u>0,017</u>	<u>0,001</u>
Latência Pa ^a	30,03	1,43	29,45	0,91	<u>0,028</u>	<u>0,004</u>	<u>0,027</u>	<u>0,003</u>
Amplitude Na-Pa ^a	0,94	0,27	1,33	0,37	<u>0,012</u>	<u><0,001</u>	<u>0,028</u>	<u><0,001</u>
Onda V OD	5,69	0,11	5,67	0,09	0,068	<u>0,042</u>	<u>0,042</u>	0,066
Onda V OE	5,70	0,10	5,69	0,09	0,785	0,066	0,18	0,276
Diferença V-V	0,06	0,06	0,06	0,05	0,916	0,671	0,115	0,308
Diferença I-V	0,08	0,07	0,08	0,06	0,917	0,108	<u>0,046</u>	0,858
SSW OD	62,50	19,04	72,80	14,83	<u>0,043</u>	<u>0,028</u>	0,109	<u>0,011</u>
SSW OE	54,90	21,78	67,60	14,78	<u>0,043</u>	<u>0,009</u>	0,109	<u>0,004</u>
Fala com ruído OD	76,32	13,46	82,53	9,58	0,102	<u>0,003</u>	0,066	<u>0,005</u>
Fala com ruído OE	76,16	14,17	82,48	9,30	0,18	<u>0,007</u>	0,066	<u>0,017</u>
PPS OD	76,61	16,17	84,61	11,41	0,068	<u>0,002</u>	0,109	<u>0,001</u>
PPS OE	68,54	16,43	80,15	9,90	0,18	<u>0,001</u>	0,317	<u>0,001</u>
MLD	9,58	4,49	11,20	2,83	0,18	<u>0,019</u>	0,066	<u>0,048</u>
Habilidades alteradas	2,48	1,09	1,52	0,87	0,102	<u>0,001</u>	0,157	<u>0,001</u>

Legenda: n=número de participantes; p=probabilidade de significância; OD=orelha direita; OE=orelha esquerda. SSW=*Staggered Spondaic Words*; PPS=*Pitch Pattern Sequence*; MLD=*Masking Level Difference*. ^aMédia dos valores obtidos nas derivações C3A1, C3A2, C4A1, C4A2. *Teste Wilcoxon

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mensurar respostas comportamentais e eletrofisiológicas como meio de avaliação e monitoramento auditivo tem sido uma estratégia amplamente utilizada no intuito de evidenciar a efetividade do treinamento auditivo sobre a neuroplasticidade da via auditiva central e habilidades do processamento auditivo. A presente dissertação teve por objetivo revisar sistematicamente a literatura nacional sobre o potencial evocado de média latência, cujas respostas são importantes para a avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo, e verificar a efetividade do treinamento auditivo em crianças e adolescentes com alterações nas habilidades auditivas e queixas relacionadas ao processamento auditivo.

Por meio da elaboração de um artigo de revisão sistemática e um artigo original de pesquisa, foram demonstradas a relevância e a complexidade do tema e acrescentadas evidências científicas que podem contribuir significativamente para a prática baseada em evidências na abordagem da Fonoaudiologia. Os resultados demonstraram que as respostas de média latência são pouco utilizadas na rotina clínica de avaliação do PA devido à escassez de critérios bem definidos de testagem para a aquisição de resultados confiáveis em crianças e adolescentes. Entretanto, mesmo não havendo consenso quanto aos parâmetros de registro do MLR, seu uso tem grande aplicabilidade no monitoramento terapêutico dos TPA e os valores de normalidade em brasileiros estão de acordo com parâmetros já estabelecidos internacionalmente. Houve associação entre o treino auditivo e o aumento da neuroplasticidade da via auditiva central de crianças e adolescentes por meio das melhora as respostas comportamentais e eletrofisiológicas da audição e percepção de melhora por parte dos responsáveis. Foi observado que as mudanças eletrofisiológicas precedem as comportamentais e que são mais robustas em pacientes cujos responsáveis percebem a melhora do paciente no dia a dia. Tanto

testes comportamentais quanto eletrofisiológicos, relacionados ao funcionamento de estruturas superiores na via auditiva, demonstraram maior sensibilidade às mudanças ocorridas após o treino auditivo, corroborando seu uso conjunto para avaliação funcional de indivíduos com alteração do processamento auditivo.

O papel do fonoaudiólogo, do suporte social e do próprio paciente na evolução e sucesso terapêutico foram discutidos frente às evidências que associaram a adesão ao tratamento foi um fator determinante da magnitude da melhora observada na performance pós intervenção. Futuros estudos com o acompanhamento longitudinal dos pacientes treinados são necessários a fim de fortalecer as evidências da manutenção da efetividade do treino ao longo do tempo, bem como o uso de instrumentos validados para compreensão da auto percepção quanto ao efeito do treino auditivo sobre as dimensões social, neuropsicológica e acadêmica das crianças e adolescentes com TPA.

Por fim, acredita-se que as contribuições do presente estudo extrapolam os possíveis benefícios aos seus participantes e poderão acrescentar evidências ao entendimento do transtorno do processamento auditivo, sua avaliação e manejo junto à população de crianças e adolescentes.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1. Artigo 1 publicado na *Audiology Communication Research*

Middle Latency Responses (MLR) in Brazilian children and adolescents: systematic review

Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática

Aline Rejane Rosa de Castro¹, Simone Rosa Barreto², Patrícia Cotta Mancini³, Luciana Macedo de Resende³

ABSTRACT

Purpose: Systematically review the scientific literature on Middle Latency Response (MLR) in Brazilian children and adolescents. **Research strategy:** We searched articles published since 2009 in Portuguese, English or Spanish at MEDLINE, SciELO, BIREME and LILACS electronic basis. Selected articles involved the use of MLR in children and / or Brazilian adolescents. After screening process, articles were analyzed according to "Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology" (STROBE) initiative. **Selection criteria:** Repeated articles (due to database repetition) and case reports were excluded. **Results:** From 1315 identified articles, eight were selected for the review. It was predominantly observed: cross-sectional studies (75%); click stimulation (100%), with rate up to 11/s (100%) and 70 dBHL intensity (88%); filtering high-pass 10 Hz (50%) and low-pass 200 Hz (75%); electrode array with actives placed at C3/C4, references at A1/A2 and neutral at Fpz (88%); Na-Pa amplitude as main measure of comparison and normality; and the use of ANOVA test (63%) for statistical analyses. The average latency of Pa wave and Na-Pa amplitude in normal-hearing children and adolescents of the studies was 32 milliseconds and 1.57 microvolts respectively. **Conclusion:** There is no consensus on MLR collection parameters in Brazilian children and adolescents. Still, the Pa latency average and Na-Pa amplitude found in Brazilian normal-hearing children and adolescents evaluated on the eight articles of this review agreed with normative parameters established internationally.

Keywords: Review; Hearing; Evoked potentials, Auditory; Child; Adolescent

RESUMO

Objetivo: Revisar sistematicamente a literatura científica sobre a realização do Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) em crianças e adolescentes brasileiros. **Estratégia de pesquisa:** Foram pesquisados artigos publicados a partir de 2009, em português, inglês ou espanhol, nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, SciELO, BIREME e LILACS. Os artigos selecionados envolveram a realização do PEAML em crianças e/ou adolescentes brasileiros. Após triagem, os artigos foram analisados segundo a iniciativa "Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology" (STROBE). **Critérios de seleção:** Foram excluídos artigos repetidos nas bases de busca e também os relatos de caso. **Resultados:** A busca inicial identificou 1315 artigos, dos quais oito foram selecionados para compor a revisão. Verificou-se predomínio de estudos observacionais transversais (75%); estimulação tipo *click* (100%), com velocidade até 11/s (100%) e intensidade de 70 dBNA (88%); uso de filtro passa-alta de 10 Hz (50%) e passa-baixa de 200 Hz (75%); montagem dos eletrodos em C3/C4 (ativos) A1/A2 (referências), e Fpz (neuro) (88%); amplitude Na-Pa, como principal parâmetro de comparação e normalidade; e uso do teste ANOVA (63%) para análise estatística. Nos estudos revisados, a média da latência da onda Pa e da amplitude Na-Pa em crianças e adolescentes normo-ouvintes foi de 32 milissegundos e 1,57 microvolts, respectivamente. **Conclusão:** Não há consenso quanto aos parâmetros de registro do PEAML em crianças e adolescentes brasileiros. Ainda assim, a média de latência de Pa e amplitude Na-Pa encontrada em crianças e adolescentes brasileiros normo-ouvintes, avaliados nos oito artigos desta revisão, concorda com os parâmetros de normalidade já estabelecidos internacionalmente.

Descritores: Revisão; Audição; Potenciais evocados auditivos; Criança; Adolescente

Research conducted at the Speech-Language, Pathology and Audiology Course, Medical School, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brazil.

(1) Graduate Program (Master's degree) in Speech-Language-Hearing Sciences, Medical School, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brazil.

(2) Speech-Language, Pathology and Audiology Course, Medical School, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brazil.

(3) Speech-Language, Pathology and Audiology Department, Medical School, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brazil.

Funding: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Conflict of interests: No

Authors' contribution: *ARRC*: literature review, article's composition; *SRB*: literature review, article's proofreading; *PCM*: analysis of results, article's composition and proofreading; *LMR*: outset and drafting of the study, orientation, article's proofreading.

Correspondence address: Luciana Macedo de Resende. Av. Alfredo Balena, 190, sl 249, Santa Efigênia, Belo Horizonte (MG), Brazil, CEP: 30130-100. E-mail: lucianamr@medicina.ufmg.br

Received on: 8/3/2015; **Accepted on:** 11/10/2015

6.2. Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “*Estudo das respostas eletrofisiológicas e comportamentais pré e pós treinamento auditivo em crianças e adolescentes com transtorno do processamento auditivo*”, que tem como objetivo verificar o efeito da estimulação auditiva nas respostas auditivas comportamentais e eletrofisiológicas em menores com problemas de processamento auditivo. Seus responsáveis concordaram com sua participação.

Nesta pesquisa, queremos saber se ao treinar a audição podemos melhorar a maneira como nosso cérebro entende os sons e as palavras. Os menores que irão participar dessa pesquisa têm entre 8 e 18 anos de idade, assim como você. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser e poderá sair dela a qualquer momento, caso queira.

A pesquisa será feita no Ambulatório de Fonoaudiologia do HC-UFMG, onde serão feitos alguns exames para saber se a audição está normal. Em alguns testes você poderá ouvir alguns apitos ou palavras, sentir uma pressão dentro do ouvido, ter que prestar atenção em alguns sons, dar respostas ou apenas ficar bem tranquilo. Você será orientado sobre o que deverá fazer. Depois de finalizar o testes, os participantes vão passar por um treinamento de 8 semanas para aprender a ouvir melhor. Para realizar a pesquisa serão usados os equipamentos eletrônicos dos testes, fone de ouvido, um CD com atividades e sons para o treinamento, um computador, alguns fios que serão colocados na cabeça, além de pasta abrasiva e gaze para limpar a pele e pasta condutiva e esparadrapo para fixar os eletrodos antes de realizar o exame.

Tudo o que for feito com você e os materiais utilizados são seguros e não vão machuca-lo(a), mas você pode sentir incômodo quando forem limpar sua pele ou durante os testes. Caso aconteça algum problema, você pode pedir ao seu responsável para nos procurar pelo telefone (31) 9682-7856, da pesquisadora Aline Castro. Mas há coisas boas que podem acontecer com esta pesquisa, como melhorar o nosso conhecimento para poder ajudar crianças e adolescentes com dificuldades na audição semelhantes às que você apresenta.

Seus pais ou responsáveis já foram avisados e concordaram que não irão receber dinheiro para pagar lanche, passagem ou outros gastos para que você participe da pesquisa.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados e apresentados em meios científicos (revistas, congressos etc), mas sem identificar os participantes.

Se você tiver alguma dúvida, você pode perguntar a qualquer pesquisadora. Também é importante que você saiba que pode desistir de participar a qualquer momento pois isso não irá prejudicar o seu tratamento. Se você compreendeu e concorda com o que está escrito acima, por favor, preencha os espaços abaixo.

Aline Rejane Rosa de Castro
Pesquisadora

Luciana Macedo de Resende
Pesquisadora responsável

Eu _____, com o consentimento do meu responsável _____ aceito participar da pesquisa “*Estudo das respostas eletrofisiológicas e comportamentais pré e pós treinamento auditivo em crianças e adolescentes com transtorno do processamento auditivo*”.

Pesquisadores: Luciana Macedo de Resende – fonoaudióloga, profa. adjunto do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Tel. (31) 3409-9791/ Patrícia Cotta Mancini – fonoaudióloga, profa. adjunto do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Tel. (31) 3409-9791/ Aline Rejane Rosa de Castro - fonoaudióloga, mestrandia em Ciências Fonoaudiológicas na UFMG. Tel. (31) 9682-7856

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG: Avenida Antônio Carlos, 6627 Unidade Administrativa II - 2º andar Campus Pampulha Belo Horizonte, MG – Brasil CEP: 31270-901. Telefax (31) 3409-4592.

6.3. Anexo 3. Termo de aprovação do projeto de pesquisa no COEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO DAS RESPOSTAS ELETROFISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS PRÉ E PÓS TREINO AUDITIVO FORMAL EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO

Pesquisador: Luciana Macedo de Resende

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 23298013.8.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 552.867

Data da Relatoria: 14/03/2014

Apresentação do Projeto:

Transtorno do processamento auditivo é qualquer alteração no mecanismo central de utilização ou interpretação da informação auditiva. O treino auditivo formal melhora as respostas comportamentais e eletrofisiológicas da audição. Este estudo experimental longitudinal prospectivo pretende verificar a associação entre treino auditivo formal e mudanças nas respostas comportamentais e eletrofisiológicas da audição em crianças com transtorno do processamento auditivo, bem como avaliar a manutenção das respostas.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo principal do estudo é verificar a associação entre treino auditivo formal, mudanças nas respostas comportamentais e eletrofisiológicas de curta, média e longa latência e sua manutenção em crianças com transtorno do processamento auditivo. Secundariamente pretende-se caracterizar a amostra quanto às variáveis: sexo, idade, escolaridade, existência de comorbidades, fonoterapia prévia; identificar as habilidades de processamento auditivo alteradas na amostra; mensurar respostas eletrofisiológicas de curta, média e longa latência pré e pós treino auditivo formal; verificar a ocorrência de mudanças eletrofisiológicas sem o treino auditivo; comparar as respostas eletrofisiológicas pré e pós treinoauditivo formal a analisar a manutenção das mudanças nas respostas eletrofisiológicas após

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

6.4 Anexo 4. Formulário de registro: Anamnese estruturada

PROTOCOLO 1

ANAMNESE

Identificação:

Nome:		Idade:
Data de nascimento:	Sexo: () masculino	() feminino
Avaliador:	Data da avaliação:	
Preferência manual:	Encaminhado por:	
Escolaridade:		
Endereço:	Telefone:	

Anamnese:

Perguntas	Sim	Não	Observações
Escuta bem em ambiente silencioso?			
É desatento?			
Escuta bem em ambiente ruidoso?			
É muito quieto?			
Localiza o som?			
É agitado?			
Compreende bem a conversação?			
Em que situação a conversação é mais difícil?			
ambiente silencioso:			
em grupo:			
com um interlocutor:			
ambiente ruidoso:			
em grupo:			
com um interlocutor:			
oscila independente do ambiente:			
Apresenta alguma dificuldade em falar?			Qual:
Apresenta alguma dificuldade em leitura/escrita?			Qual:
Apresenta alguma outra dificuldade?			Qual:
Demorou para aprender a falar?			Iniciou com:
Demorou para aprender a andar?			Iniciou com:
Teve dificuldade para aprender a ler?			
Teve dificuldade para aprender a escrever?			
Teve outras dificuldades escolares?			Quais?
Apresentou repetência escolar?			Quantas vezes e em que série?
Tem boa memória?			Descreva:
Está sendo medicado?			Descreva:
Teve episódio de otite, dor de ouvido, principalmente nos primeiros anos de vida?			Descreva:
Teve outras doenças?			Quais e quando?
Está em acompanhamento médico?			Início e motivo:
Está em acompanhamento fonoaudiológico?			Início e motivo:
Está em acompanhamento psicológico?			Início e motivo:
Está em acompanhamento psicopedagógico?			Início e motivo:

Fonte: Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Editora Pró Fono; 2011. 82p.

6.5 Anexo 5. Formulário de registro: Protocolo de Avaliação

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

ESTUDO DAS RESPOSTAS ELETROFISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS PRÉ E PÓS TREINO AUDITIVO EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO

Nome: _____ DN: ___/___/___ Idade atual: ___ a

Sexo: F () M () Dominância manual: _____ Queixa principal: _____

Escolaridade: _____ Avaliação: Pré-treino auditivo () Pós-treino auditivo Data: ___/___/___

Inspeção visual do MAE (otoscopia)

() Adequado OD () Adequado OE

1. AUDIOMETRIA TONAL E VOCAL

	Limiar de audibilidade	SRT	Índice de Reconhecimento de Fala
OD	() Normal () Alterado	_____ dBNA	_____ % _____ dBNA () Normal () Alterado
OE	() Normal () Alterado	_____ dBNA	_____ % _____ dBNA () Normal () Alterado

2. IMITANCIOMETRIA

	Vol. OM	Pressão	Curva	Reflexo CONTRA				Reflexo IPSI		Resultado
				500	1000	2000	4000	1000	2000	
OD										() Normal () Alterado
OE										() Normal () Alterado

3. PEATE

	Latência (ms)							Resultado
	I	III	V	I-III	I-V	III-V	V-V	
OD								() Normal () Alterado
OE								() Normal () Alterado

4. P300

	Latência(ms)	Amplitude (µV)
OD		
OE		
() Normal () Alterado -- () OD OE ()		

5. PEAML

	C3A1	C3A2	C4A1	C4A2	Resultado
Latência Na (ms)					Retardo na latência: Ausente () Na () Pa ()
Latência Pa (ms)					Efeito Orelha: Ausente () Na () Pa ()
Amplitude Na-Pa (µV)					Efeito Eletrodo: Ausente () Na () Pa ()

6. AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL

	OD		OE	
FR (Fala com ruído)	%	() Normal () Alterado	%	() Normal () Alterado
PPS (Padrão de frequência)	%	() Normal () Alterado	%	() Normal () Alterado
GIN (Detecção de Gaps no ruído)	%	() Normal () Alterado	%	() Normal () Alterado
	ms		ms	
MLD (Limiar diferencial de mascaramento)	dB	() Normal () Alterado	dB	() Normal () Alterado
SSW (Dissílabos alternados)	%	() Normal () Grau _____	%	() Normal () Grau _____
	EA: () A/B () B/A EO: () A/B () B/A		EA: () A/B () B/A EO: () A/B () B/A	
	Inversões:	() Tipo A presente	Inversões:	() Tipo A presente
Habilidades auditivas alteradas:				

6.6 Anexo 6. Protocolo de Treino Auditivo Padronizado

Programa de Treino Auditivo Padronizado Cronograma e sugestões de atividades		
Sessão	Habilidade principal	Exemplos de atividades do Escutação* / Testes**
1	Figura-fundo	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades 1 e 4: Texto contralateral; Pergunta contralateral • Teste PSI/MCC (auxílio de fones com regulagem de volume)
2	Figura-fundo	<ul style="list-style-type: none"> • Teste dicótico de dígitos • Atividade 11 (música competitiva) / leitura
3	Processamento temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Padrão de Frequência (Taborga) fones / campo livre • Atividades 6 e 7: Repetição de estímulos verbais com ritmo
4	Processamento temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Padrão de duração (Taborga) fones / campo livre • Jogos de percepção de fala (prosódia, pausas, intenção etc)
5	Interação binaural e memória	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação Simplificada do Processamento Auditivo (com dificultadores) • Atividade 9: Fala contralateral e repetição fora de fase
6	Interação binaural e atenção	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades 12 e 13: Fala competitiva em ordem invertida • Jogos ou áudios 3D com fones / campo livre
7	Fechamento auditivo	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade 3: Voz robotizada e ruído branco contralateral • Atividade 14: Ruído branco ipsi / contralateral
8	Fechamento auditivo	<ul style="list-style-type: none"> • Teste de fala comprimida com mono e dissílabos • Atividade 8: Sinal distorcido ipsi e fala competitiva contralateral

* Gielow I. Escutação: treino auditivo para a vida. São Paulo: Thot; 2008. **Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. Editora Pró Fono; 2011. 82p.

Castro, Aline Rejane Rosa de.
C355e Efetividade do treinamento auditivo sobre as respostas
comportamentais e eletrofisiológicas em crianças e adolescentes com de
Castro. - - Belo Horizonte: 2016.
86f.
Orientador: Luciana Macedo de Resende.
Coorientador: Patrícia Cotta Mancini.
Área de concentração: Ciências Fonoaudiológicas.
Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Medicina.
1. Audição. 2. Potenciais Evocados Auditivos. 3. Percepção Auditiva.
4. Estimulação Acústica. 5. Plasticidade Neuronal. 6. Criança. 7.
Adolescente. 8. Dissertações Acadêmicas. I. Resende, Luciana Macedo de.
II. Mancini, Patrícia Cotta. III. Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WV 270