

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO

PAMELA PAPILE LUNARDELO DA SILVA

**Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em escolares com Transtorno do
Processamento Auditivo Central**

Ribeirão Preto

2019

PAMELA PAPILE LUNARDELO DA SILVA

**Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em escolares com Transtorno do
Processamento Auditivo Central**

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em Ciências.
Área de Concentração: Psicobiologia

Orientadora: Profa. Dra. Marisa Tomoe Hebihara Fukuda

Ribeirão Preto

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto

Silva, Pamela Papile Lunardelo

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em escolares com Transtorno do Processamento Auditivo Central / Pamela Papile Lunardelo da Silva; orientadora, Marisa Tomoe Hebihara Fukuda. – 2019

86f. : il; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) – Programa de Pós Graduação em Psicobiologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

Versão Original

1.Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência; 2. P1; 3. N1; 4. Processamento Auditivo Central; 5. Transtorno do Processamento Auditivo Central; 6. Escolares; Audição; 7. Processamento Fonológico

Nome: SILVA, Pamela Papile Lunardelo

Título: Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em escolares com Transtorno do Processamento Auditivo Central

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: _____ de _____ de 2019

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Julgamento _____

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, **Profa. Dra. Marisa Fukuda**, por generosamente me acolher e confiar em meu trabalho. Agradeço imensamente por sua atenção, ensinamentos e principalmente por permitir a construção desta dissertação, sempre me recebendo com carinho e afeto. As portas abertas nunca serão esquecidas.

Em especial a **Profa. Dra. Sthella Zanchetta**, que com sabedoria me ensinou sobre responsabilidade, ética e humanitarismo em nossa profissão. Agradeço a delicadeza com que me guiou durante este processo, dispendendo de seu tempo e me fazendo enxergar as possibilidades em meio aos momentos difíceis. Agradeço a generosidade no ensinar e compreender, em sentido pleno. Por fim, agradeço a afetuosidade ao abrir portas de caminhos que eu estava disposta a percorrer e caminhar junto.

A todas as docentes do curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, em especial as Profas. Dras. Adriana Anastásio e Patrícia Pupin Mandrá, que sempre foram grandes incentivadoras.

A fonoaudióloga Dra. Patricia Zuanetti, por toda a paciência, prontidão e auxílio, contribuindo de forma generosa em meu crescimento profissional.

As psicólogas Marita Ferretti e Fernanda Longhini que contribuíram para a execução deste trabalho, reforçando a importância do coletivo na área científico-acadêmica.

As contratadas e funcionárias do serviço de Fonoaudiologia do CEOF, pelo tempo, risadas e espaço compartilhado.

A minha família, em especial aos meus pais, que me ensinaram a importância do estudo e permitiram que eu sonhasse e realizasse a partir dele.

Aos meus amigos, por me lembrarem sobre as delicadezas do caminho.

A todas as crianças que tornaram possível esta dissertação, me proporcionando muito mais do que conhecimento científico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo financiamento desta pesquisa.

RESUMO

SILVA, Pamela Papile Lunardelo da Silva. **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em escolares com Transtorno do Processamento Auditivo Central**. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2019.

Introdução: Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) são indicados como complementares a avaliação comportamental do Processamento Auditivo Central (PAC), para caracterizar a sincronia neural das vias auditivas. No PEA de Longa Latência, as componentes P1 e N1, representam teoricamente a primeira atividade tálamo-cortical decorrente de estimulação sonora. Esta característica e a natureza exógena destas componentes as tornam de interesse para a investigação do processamento de fala na condição do Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC). **Objetivo:** Caracterizar e comparar o registro das componentes P1 e N1 obtidas por meio do potencial evocado auditivo com diferentes estímulos sonoros em escolares com TPAC. **Método:** 37 escolares constituíram a casuística, compondo dois grupos a partir da presença ou ausência de TPAC, o Grupo Estudo (GE) com 21 escolares e o Grupo Controle (GC) com 14 escolares, de ambos os sexos, com idades entre 07 anos e 11 anos e 11 meses. Para a elegibilidade dos escolares avaliou-se inicialmente a sensibilidade auditiva, integridade do funcionamento da orelha média e das vias auditivas subcorticais, e a capacidade intelectual. Em seguida os escolares foram submetidos a avaliação comportamental do PAC, por meio do Teste de Fala com Ruído Branco (TFRB), Dicótico de Dígitos (TDD), Padrão de Frequência (TPF) e *Gap in Noise* (GIN); avaliação do Processamento Fonológico (Consciência Fonológica, Memória de Trabalho Fonológica e Nomeação Automática Rápida); e avaliação eletrofisiológica do PAC, por meio das componentes P1 e N1, com estímulos clique e fala. **Resultados:** Os grupos diferiram-se estatisticamente ($p < 0,05$) na avaliação comportamental do PAC para o TFRB, TDD e TPF, em ambas as orelhas, com menores resultados no GE. Para o Processamento Fonológico, o GC apresentou maiores escores em todas as habilidades, com diferença estatística ($p < 0,05$) entre os grupos. Na avaliação eletrofisiológica do PAC, a componente P1 foi identificada em 100% dos escolares do GC e em 80,90% para o clique e 95,23% para a fala no GE; enquanto a presença de N1 não foi identificada em todos os escolares de ambos os grupos. Ao comparar os estímulos clique e fala, no GE a latência de P1 e N1 não apresentou

diferenças estatísticas ($p > 0,05$), enquanto no GC houve maiores valores para o estímulo de fala. No GE, a amplitude da componente P1 apresentou maiores valores para o estímulo de fala ($p < 0,05$); para a N1 ambos os grupos apresentaram maiores valores para este mesmo estímulo. Na comparação entre os grupos, para a latência de P1 e N1, o GE apresentou maiores valores para o estímulo clique em relação ao GC, estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Para a amplitude da componente P1, o GE apresentou maiores valores com estímulo de fala em comparação ao GC. **Conclusão:** Na condição do TPAC o processamento da informação auditiva, registrado por meio das componentes P1 e N1 do PEALL, apresenta diferenças ao ser comparado a populações sem esta condição.

Descritores: Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência; P1; N1; Processamento Auditivo Central; Transtorno do Processamento Auditivo Central; Escolares; Audição; Processamento Fonológico.

ABSTRACT

SILVA, Pamela Papile Lunardelo da Silva. **Long Latency Auditory Evoked Potential in schoolchildren with Central Auditory Processing Disorder**. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2019.

Introduction: Auditory Evoked Potentials (AEP) are indicated as complementary to the behavioral assessment of Central Auditory Processing (CAP), to characterize the neural synchrony of the auditory pathways. In Long Latency AEP, P1 and N1 components theoretically represent the first thalamocortical activity due to sound stimulation. This characteristic and the exogenous nature of these components make them of interest for the investigation of speech processing in the condition of Central Auditory Processing Disorder (CAPD). Objective: To characterize and compare the recording of P1 and N1 components obtained through auditory evoked potential with different sound stimuli in schoolchildren with CAPD. Method: 37 students comprised the sample, comprising two groups based on the presence or absence of TPAC, the Study Group (SG) with 21 students and the Control Group (CG) with 14 students of both sexes, aged 07 years. and 11 years and 11 months. For the eligibility of the students, the hearing sensitivity, the integrity of the middle ear and the subcortical auditory pathways and the intellectual capacity were initially evaluated. Then the students were submitted to behavioral assessment of the PAC, through the White Noise Speech Test (WNST), Dichotic Digits (DDT), Pitch Pattern (PPT) and Gap in Noise (GIN); Phonological Processing assessment (Phonological Awareness, Phonological Working Memory and Rapid Automatic Naming); and electrophysiological evaluation of the PAC, through the P1 and N1 components, with click and speech stimuli. Results: The groups differed statistically ($p < 0.05$) in the behavioral assessment of PAC for WNST, DDT and PPT in both ears, with lower results in SG. For phonological processing, the CG presented higher scores in all abilities, with statistical difference ($p < 0.05$) between the groups. In the electrophysiological evaluation of the PAC, the P1 component was identified in 100% of CG students and 80.90% for click and 95.23% for speech in the SG; while the presence of N1 was not identified in all students in both groups. When comparing the click and speech stimuli, in SG the P1 and N1 latency did not present statistical differences ($p > 0.05$), while in CG there were higher values for the speech stimulus. In SG, the amplitude of the P1 component presented higher values for speech stimulus (p

<0.05); for N1 both groups presented higher values for this same stimulus. In the comparison between groups, for P1 and N1 latency, the EG presented higher values for the click stimulus in relation to the CG, statistically significant ($p < 0.05$). For the amplitude of the P1 component, the EG presented higher values with speech stimulus compared to the CG. Conclusion: In the TPAC condition, the processing of auditory information, recorded through the PALL and N1 components of LLAEP, presents differences when compared to populations without this condition.

Descriptors: Long Latency Auditory Evoked Potential; P1; N1; Central Auditory Processing; Central Auditory Processing Disorder; Schoolchildren; Hearing; Phonological Processing.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Tarefas do teste CONFIAS.....	36
Quadro 2	Lista de sequência de dígitos em ordem direta do teste ITPA.....	37
Quadro 3	Parâmetros de estimulação e captação de resposta para o PEALL.	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Subtarefas letras e objetos da RAN.....	37
Figura 2	Representação da disposição dos eletrodos, de acordo a norma “10-20 International System”, para o PEALL.....	38
Figura 3	Exemplo de marcação das componentes P1 e N1 do PEALL.....	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Valores médios referentes aos testes comportamentais para cada uma das orelhas.....	47
Gráfico 2	Valores médios para nível silábico e fonêmico da consciência fonológica em cada um dos grupos.....	47
Gráfico 3	Valores médios para a Memória de Trabalho Fonológica em cada um dos grupos.....	47
Gráfico 4	Valores médios para a Nomeação Automática Rápida para cada um dos subtestes em ambos os grupos.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização dos grupos de escolares quanto à queixa.....	42
Tabela 2.	Descrição dos grupos controle e estudo quanto à idade.....	43
Tabela 3.	Resultados dos testes de Processamento Auditivo para o Grupo Controle e Estudo.....	44
Tabela 4.	Resultados dos testes de Processamento Fonológico para o Grupo Controle e Estudo.....	46
Tabela 5.	Identificação das componentes P1 e N1 em função do estímulo para cada um dos grupos.....	49
Tabela 6.	Valores de latência para os estímulos de clique e fala para cada um dos grupos.....	50
Tabela 7.	Valores de amplitude para os estímulos de clique e fala para cada um dos grupos.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

μV	Microvolts
A	Agudo
A1	Lóbulo do pavilhão auricular esquerdo
A2	Lóbulo do pavilhão auricular direito
AIPA	Ambulatório de Investigação do Processamento Auditivo
CEOF	Centro Especializado de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia
CF	Consciência Fonológica
CONFIAS	Teste Consciência Fonológica – Instrumento e Avaliação Sequencial
Cz	Ponto médio do arco entre násio e ínio
dB NA	Decibel Nível de Audição
dB NS	Decibel Nível de Sensação
FFCLRP	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Fpz	Fronto polar da linha média
G	Grave
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Estudo
GIN	<i>Gap in Noise</i>
Hz	Hertz
I.O	Infra Orbital
IPRF	Índice Percentual de Reconhecimento de Fala
HCFMRP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
ITPA	Teste Illinois de Habilidades Psicolinguísticas
kHz	KiloHertz
LRF	Limiar de Recepção de Fala
MTF	Memória de Trabalho Fonológica
ms	Milissegundos

N1	Componente N1
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
P1	Componente P1
PAC	Processamento Auditivo Central
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
RAN	Teste de Nomeação Automatizada Rápida
S.O	Supra Orbital
SNC	Sistema Nervoso Central
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
TDD	Teste Dicótico de Dígitos
TFRB	Teste de Fala com Ruído Branco
TPAC	Transtorno do Processamento Auditivo Central
TPF	Teste Padrão de Frequência

SUMÁRIO

1.	Introdução	18
2.	Objetivo.....	27
3.	Método.....	29
3.1	Aspectos Éticos.....	29
3.2	Delineamento e Local do Estudo.....	29
3.3	Casuística.....	29
3.4	Material.....	31
3.5	Procedimentos.....	31
4.	Resultados.....	42
5.	Discussão.....	54
6.	Conclusão.....	66
7.	Referências Bibliográficas.....	68
8.	Anexos.....	81
9.	Apêndices.....	84

1. INTRODUÇÃO

O Processamento Auditivo Central (PAC) é responsável pela transformação, organização, codificação e decodificação das informações acústicas, permitindo a compreensão de estímulos e eventos sonoros. Em virtude de sua relevância e impacto no desenvolvimento infantil, busca-se medidas objetivas para a identificação da presença de alterações neste. A eficiência e eficácia do PAC são dependentes da integridade e maturação do Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC), bem como, da adequada estimulação e experiência sonora (PEREIRA, 2004).

De acordo com a AAA (2010), um conjunto de mecanismos e processos auditivos compõe o PAC, que seriam responsáveis pelas habilidades de localização e lateralização sonora, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos temporais da audição (resolução, ordenação e mascaramento temporal), habilidades de integração e separação binaural e condições de escuta com sinal acústico competitivo e degradado. Quando este conjunto de informações acústicas é adequadamente analisado, favorece o desenvolvimento de aspectos interdependentes, como a linguagem.

Têm-se no processamento temporal o mecanismo auditivo mais elaborado, este envolve diferentes habilidades, relacionadas à capacidade de identificação de pequenas variações no sinal acústico em curtos períodos de tempo (BELLIS, 2003). A escuta dicótica refere-se à identificação de estímulos distintos, apresentados simultaneamente em cada uma das orelhas. Nesta condição de escuta avalia-se a função hemisférica, a transferência inter-hemisférica, maturação e desenvolvimento do SNAC (KIMURA et al, 1967; BELLIS, 2003). A condição de escuta monótica de baixa redundância ocorre quando com sinal acústico degradado ou competitivo, com redução das redundâncias extrínsecas do sinal de fala (BELLIS, 1996). E o mecanismo de interação binaural refere-se à capacidade de unir informações díspares, porém complementares, em um único evento perceptual (BELLIS, 2003).

O processamento de informações acústicas pode ser prejudicado por inúmeros e diferentes fatores, ocasionado à incorreta análise e/ou interpretação de padrões sonoros (LUZ; COSTA FERREIRA, 2011; MASLP; MAUD, 2017). Esta condição qualifica-se como Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC), o qual constitui um grupo complexo e heterogêneo de alterações.

A heterogeneidade deste transtorno evidencia-se em sua etiologia, compreendendo a processos neoplásicos, degenerativos, metabólicos, convulsões e disfunções benignas, como o atraso maturacional do desenvolvimento (BAMIOU; MUSIEK; LUXON, 2001; DAWES et al., 2008; AAA, 2010; BSA, 2011). Contudo, o TPAC pode ocorrer na ausência das condições acima referidas (MUSIEK et al. 1990; BAMIOU, MUSIEK; LUXON, 2001; DAWES et al., 2008; AAA, 2010; BSA, 2011; VILLA; ZANCHETTA, 2014).

A avaliação diagnóstica constitui-se por um conjunto de testes comportamentais a fim de investigar a condição de distintos mecanismos auditivos, sendo os aspectos temporais de ordenação e resolução, escuta dicótica verbal, percepção de fala em condição monótica de baixa redundância e interação binaural (ASHA, 2005; AAA, 2010; BSA, 2013). A partir do desempenho auditivo em cada um destes mecanismos indica-se a presença ou ausência de déficits no processamento da informação auditiva, bem como, do diagnóstico de TPAC.

Existe especial atenção à população pediátrica quanto à presença do TPAC, embora o mesmo ocorra em todas as faixas etárias. Estima-se que 2 a 3% das crianças em idade escolar apresentem TPAC (CHERMAK; MUSIEK, 1997), em outro estudo mais recente, realizado na população portuguesa, os números alcançam 5% (NUNES, 2015). Embora não haja, até o presente momento, estudos que retratem a prevalência em nível nacional, acredita-se que o número de diagnósticos tem sido crescente.

A importância quanto ao estudo do processamento da informação auditiva é pautado em sua influência no desenvolvimento linguístico, intelectual, cultural, cognitivo e social (ASHA, 2005). Avaliações interdisciplinares que incluam aspectos linguísticos e psicopedagógicos são remendadas por alguns autores, em contexto clínico e científico, para que se conheça e identifique a inter-relação destes aspectos ao TPAC (DeBONIS, 2015; AHMMED et al., 2014; CHERMAK et al., 2017).

Há um predomínio de estudos que verificaram estreita relação entre a presença de TPAC e alterações de linguagem, como evidenciou a revisão realizada por Souza et al. (2016). Na população infantil, as alterações das habilidades auditivas a torna mais predisposta a apresentar dificuldades de aprendizagem (McARTHUR; ATKINSON; ELLIS, 2009; SHARMA; PURDY; KELLY, 2009; ILIADOU et al., 2009; MOURAD et al., 2015). Outros autores afirmaram que alterações na consciência fonológica em crianças menores sugerem possíveis desordens do PAC (BELLIS, 2002; FROTA;

PEREIRA, 2004; GEFNER, 2013). Dentre as habilidades que compõem o processamento auditivo da informação, o aspecto temporal foi apontado como um dos influentes no processo de alfabetização (STEINBRINK et al., 2014; VILELA et al., 2016), devido seu papel na percepção dos sons da fala. A prevalência do TPAC na população com dificuldade de aprendizagem foi de 49% no estudo de Iliadou et al. (2009); a principal queixa de 80% de indivíduos com TPAC foram as dificuldades escolares (FRINCLIN et al. 2014). De acordo com a literatura (NEVES; SCHOCHAT, 2005; WIEMES et al., 2012; REZENDE; LEMOS; MADEIRO, 2016), o baixo desempenho nos testes de PAC de crianças com dificuldade escolares, são decorrentes do atraso na maturação das habilidades auditivas, imprescindíveis ao desenvolvimento de leitura e escrita.

O processamento fonológico é comumente estudado com o TPAC, devido a sua influência na Consciência Fonológica (CF), na Memória de Trabalho Fonológica (MTF) e na Nomeação Automática Rápida (RAN). A CF é definida como um conjunto de habilidades conscientes de identificação, manipulação e segmentação dos sons da fala, até o nível do fonema (MOOJEN et al., 2003). De uma atividade inconsciente, evolui para uma reflexão intencional e de atenção dirigida, possibilitando a identificação de elementos discretos que existem na fala, em nível abstrato (AVILA, 2004). A MTF transforma estímulos perceptuais, com propriedades acústicas, temporais e sequenciais em códigos fonológicos (GATHERCOLE et al, 1999; GRANZOTTI et a., 2013). Para isto, é necessário que a análise desta propriedade acústica, sua decodificação, agrupamento e estruturação pelo PAC sejam adequados. A RAN refere-se ao acesso rápido e eficiente da informação linguística (CARDOSO-MARTINS; PENNINGTON, 2001; ARAÚJO; FERREIRA; CIASCA, 2016, relacionada a velocidade de processamento da informação, em que é essencial o estabelecimento do componente fonêmico auditivo.

Ainda que haja uma relação estabelecida entre os aspectos linguísticos e a condição do TPAC, faz-se necessário ponderar que a presença de alterações linguísticas em níveis superiores não é exclusivamente decorrente deste transtorno, sendo estas comorbidas a outras condições (GEFFNER, 2013).

Diante do exposto, compreende-se a importância quanto à avaliação comportamental do PAC associada à avaliação interdisciplinar, como do processamento fonológico, aspecto inter-relacionado ao processamento auditivo.

A avaliação comportamental do PAC, embora bem instituída clínica e cientificamente, é acometida pela influência de aspectos cognitivos, como memória e atenção (MOORE, 2006; STAVRINOS et al., 2018), linguísticos (CHERMAK et al., 2017), motivacionais e de outras patologias. Em determinadas situações sua realização e conclusão não são viáveis, devido à necessidade de participação ativa do avaliado. Deste modo, a inclusão de avaliações objetivas, como marcadores de características da presença do TPAC, ampliaria a possibilidade do diagnóstico em condições em que a avaliação comportamental não pode ser aplicada, pois estas independem de resposta direta (BRUNO et al., 2016).

O emprego de Potenciais Evocados Auditivos (PEA) é recomendado como complemento na avaliação diagnóstica do PAC, a fim de se obter informações suplementares quanto ao funcionamento do SNAC. Estes caracterizam-se por traçados resultantes da atividade bioelétrica auditiva após a estimulação acústica (JUNQUEIRA; FRIZZO, 2002), utilizados como marcadores biológicos da condição da via auditiva, propiciando o estudo não invasivo e objetivo desta.

Os PEAs podem ser classificados de diferentes formas, uma delas refere-se ao tempo de surgimento da resposta auditiva após a estimulação acústica. Nesta forma de classificação tem-se o PEA de Curta Latência ou de Tronco Encefálico (PEATE), o PEA de Média Latência (PEAML) e o PEA de Longa Latência (PEALL) (MATAS; MAGLIARO, 2011).

O PEATE registra as atividades das vias auditivas subcorticiais, do nervo auditivo em porção extra-axial ao colículo inferior e corpo geniculado, ocorrendo até cerca de seis milissegundos (ms) após a estimulação acústica. Este potencial é composto por sete ondas, com análise usual das ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V. Para a população com TPAC a alteração mais comumente citada é o prolongamento da latência da onda V e eventualmente da III, e conseqüentemente dos intervalos interpicos, porém este achado não é observado em todos com esta condição (FROTA, 2009). O PEAML é constituído pelas componentes Na, Pa, Nb e Pb, que ocorrem de 10ms a 60ms após a estimulação acústica. Este foi apontado como promissor no estudo do TPAC, porém estudos constataram que sua sensibilidade e especificidade são inferiores aos testes comportamentais (SCHOCHAT, 2006). As respostas auditivas registradas após 50ms correspondem ao PEALL (PONTON et al., 2000), constituído pelas componentes P1, N1, P2, N2, P300 e P400, de acordo com a literatura seguida. Embora não seja empregado na avaliação clínica diagnóstica do TPAC, quando com o

registro alterado permite o conhecimento da extensão e complexidade das vias neurais compreendidas no PAC.

Dentre as componentes que integram o PEALL encontram-se a P1 e N1. Individualizadas por representarem teoricamente a primeira atividade tálamo-cortical decorrente de estimulação sonora (KRAL; EGGERMONT, 2007) e ocorrerem em conformidade com as características espectrais do estímulo acústico (ALVARENGA et al., 2013).

Usualmente as componentes P1 e N1 são estudadas como medidas das modificações neurofisiológicas provenientes do processo maturacional auditivo (PONTON et al., 2000; SHARMA et al., 2005; SHARMA; CAMPBELL; CARDON, 2015). As variáveis latência e amplitude destas componentes apresentam mudanças ao longo do desenvolvimento, que ocorrem de modo simultâneo ao aumento da mielinização e eficiência sináptica (PONTON et al., 2000). Há a hipótese de que o refinamento de processos neurais necessários à aquisição e aprimoramento dos mecanismos auditivos sejam reflexos das mudanças destas componentes, principalmente da N1 (PONTON et al., 2000; EGGERMONT; PONTON, 2003).

A estimulação e experiência sonora promovem modificações morfológicas e funcionais no SNAC. Assim como, o aumento do número de neurônios responsivos a estímulos sonoros, da ramificação dendrítica e da mielinização neuronal e a melhora das conexões e da sincronização sináptica (SHARMA; DORMAN; SPAHR, 2002; SHARMA et al, 2007; SILVA et al., 2017). As novas conexões formadas e o processo de mielinização neuronal em distintas áreas cerebrais em função dos diferentes estágios do desenvolvimento correspondem a como a informação auditiva será processada (PONTON et al., 2000).

As modificações observadas em cada estágio do desenvolvimento para P1 e N1 são distintas, o que indica que estas apresentam diferentes geradores neurais. O desenvolvimento distinto destas componentes implica que a interpretação de seu registro paute-se no contexto maturacional para cada uma delas.

A componente P1 origina-se das atividades do circuito tálamo-cortical (JANG et al., 2010). A literatura refere que sua presença é obrigatória na população infantil (WUNDERLICH; CONE, 2006; SILVA et al., 2017). Um estudo relatou sua identificação desde os três meses de idade (SHAFER et al., 2014), outro afirmou que a P1 esta presente em todas as faixas etárias dos cinco aos 78 anos (CUNNINGHAM et

al., 2000). Nos primeiros dois anos de vida ocorrem modificações na latência e amplitude de P1, indicando a maturação de seu sítio gerador (SILVA et al., 2017). Entretanto, apenas aos 17 anos os valores se assemelham aos da população adulta (PONTON et al., 2000). Sugere-se que a diminuição da amplitude de P1 estaria relacionada ao surgimento da N1, todavia esta relação ainda não é clara (PONTON; EGGERMONT, 2001). Enquanto a diminuição de sua latência estaria relacionada ao processo de mielinização da formação reticular em nível do tálamo (KRAUS et al., 1993).

Com papel de representação sensorial da estimulação acústica em nível tálamo-cortical (SHARMA et al., 2002) a componente P1 é estudada como biomarcador do desenvolvimento do SNAC. Os estudos voltam-se principalmente para verificar os benefícios da estimulação auditiva por meio dos dispositivos eletrônicos aplicados a surdez nos casos de perda auditiva periférica, principalmente no que se refere ao uso do implante coclear (LEITE et al., 2018). Outros estudos investigaram a componente P1 para determinar parâmetros de referência (PONTON et al., 2000; VENTURA; ALVARENGA; COSTA-FILHO, 2009; MATAS et al., 2015), em populações com reprovação escolar (NASCIMENTO et al., 2017) e até mesmo com TPAC (PURDY; KELLY; DAVIES, 2002; SHARMA; PURDY; KELLY, 2014; TOMLIN; RANCE, 2016).

Considerada de surgimento tardio, a componente N1 decorre das atividades do córtex auditivo supra temporal (REGAÇONE et al., 2014). Origina-se a partir de uma componente bifásica, como uma interferência negativa que surge lentamente entre os dois picos (SUSSMAN et al., 2007). A presença de N1 não ocorre em todos os grupos etários, caracterizando-se pela identificação variável durante a infância e presença consistente em adultos e idosos (CUNNINGHAM et al., 2000). Para a população infantil, de quatro a oito anos não há evidências concretas de sua presença, dos seis aos oito anos raramente é identificada, com aumento de 71% aos nove anos e 91% a partir desta idade (KUMMER et al., 2007). Caracteriza-se pelo aumento da amplitude e diminuição da latência, atingindo valores semelhantes aos da população adulta por volta dos 16 anos de idade (PONTON et al., 2000).

Durante a fase escolar a presença da componente N1 torna-se mais frequente, mudanças na maturação estrutural das conexões intra e inter-hemisféricas são indicadas na contribuição da geração desta componente (MAKELA; McEVOY, 1996). O surgimento de N1 como forma de onda confiável após os seis anos de idade parece

estar relacionado a correlatos das atividades de camadas supra-granulares e do córtex auditivo de ordem superior. Seu desenvolvimento coincide ao refinamento estrutural da maturação cortical auditiva, ao aumento do acoplamento córtico-cortical e ao aprimoramento das habilidades de processamento auditivo, habilidades linguísticas e cognitivas (SHARMA; CAMPBELL; CARDON, 2015).

O papel de decodificação inicial do estímulo acústico é atribuído a componente N1, evidenciando sua importância nas investigações da percepção e discriminação de fala (OSTROF; MARTIN; BOOTHROYD, 1998; KUMMER et al., 2007). Alguns estudos a investigaram frente à decodificação de estímulos verbais e não verbais em populações hígdas (ALVARENGA et al., 2013), outros em populações com dificuldades de aprendizagem (REGAÇONE et al., 2013), com alterações na fluência da fala (ISMAIL et al., 2017), como parâmetros de referencia (PONTON et al., 2000; VENTURA; ALVARENGA; COSTA-FILHO, 2009; MATAS et al., 2015) e na condição do TPAC (LIASES et al., 2003; TOMLIN; RANCE, 2016)

Um limitado número de estudos objetivou a investigação destas componentes na população com TPAC (PURDY; KELLY; DAVIES, 2002; LIASES et al., 2003; SHARMA; PURDY; KELLY, 2014; TOMLIN; RANCE, 2016), ressalta-se ainda que, dentre estes nenhum utilizou estímulos com diferente complexidade de processamento. Em estudos anteriores, a componente P1, quando eliciada com tom puro em paradigma *oddball* apresentou latência reduzida para a condição do TPAC (PURDY; KELLY; DAVIES, 2002). Os mesmos resultados foram observados por Sharma et al. (2014) quando com estímulo de fala (sílabas /da/). Tomlin et al. (2016) verificaram amplitude P1-N1 reduzida e prolongamento de latência para o TPAC quando com estímulo *tone burst* de 500 Hz, indicando a representação cortical distinta para este grupo frente ao controle. Liasis et al. (2003) verificaram que crianças com TPAC apresentaram latências de N1 prolongadas frente a crianças com desenvolvimento típico para estímulos de fala (sílabas /ba/ e /da/), os autores consideraram o resultado indicativo de pior representação sonora em nível de córtex. Os resultados diversos e conflitantes podem ser decorrentes da variedade metodológica, apontada como um dos principais aspectos da diversidade de achados no uso dos PEAs (SILVA et al., 2017; CAVALCANTI; BALEN, 2018).

As individualidades de P1 e N1 e a parcimônia de estudos que as abordam na condição do TPAC justificam a necessidade de investigação acerca destas, principalmente no que se refere a estímulos sonoros de diferentes complexidades. As

características destas componentes permitem o estabelecimento de medidas quanto ao desenvolvimento e funcionamento das vias auditivas em nível cortical para o TPAC.

Os sinais acústicos simples e complexos são aplicados nas investigações das bases neurais responsáveis pelo processamento de fala em nível cortical, proporcionando a avaliação da detecção e processamento destes pelo SNAC (KEY, 2016). Por constituir uma tarefa de maior complexidade em relação aos não verbais (OPPITZ et al., 2015), o estímulo de fala permite a obtenção de informações quanto aos processos biológicos que são necessários para o adequado processamento dos sons da fala (MASSA et al, 2010). O desenvolvimento de testes eletrofisiológicos é um desafio, porém ideal para as condições em que os avaliados não possuam os pré-requisitos cognitivos exigidos nos testes comportamentais de percepção de fala (KUMMER et al, 2007).

Diante dos pressupostos apresentados acima, compreende-se que as características das componentes P1 e N1 configuram uma alternativa para a comparação da população com a condição do TPAC. A configuração distinta destas componentes para diferentes estímulos sonoros permite a elucidação de como ocorre o funcionamento da via de entrada cortical auditiva nesta população. Embora existam estudos com estas componentes, nenhum deles ainda comparou as similaridades e diferenças de estímulos de distinta complexidade na presença do TPAC, com referencia nos parâmetros de registro e gravação de estudo anterior (LUNARDELO; SIMÕES; ZANCHETTA, 2019, no prelo).

OBJETIVOS

2. OBJETIVO GERAL

Caracterizar e comparar o registro das componentes P1 e N1 obtidas por meio do potencial evocado auditivo com diferentes estímulos sonoros em escolares com TPAC.

Específicos

- Comparar os grupos com e sem TPAC para as habilidades de PAC;
- Comparar os grupos com e sem TPAC para as habilidades de Processamento Fonológico;
- Caracterizar a latência e amplitude de P1 e N1 para o grupo com e sem TPAC para os estímulos clique e fala;
- Comparar a latência de P1 e N1 entre os estímulos clique e fala intragrupo;
- Comparar a amplitude de P1 e N1 entre os estímulos clique e fala intragrupo;
- Comparar a latência de P1 e N1 entre os grupos com e sem TPAC para o clique e a fala;
- Comparar a amplitude de P1 e N1 entre os grupos com e sem TPAC para o clique e a fala.

3. MÉTODO

3.1 Aspectos Éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (FFCLRP – USP), assim como, da instituição em que se realizou a coleta, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (HCFMRP – USP), sob os processos de número nº 2.631.663/2.638.366 (ANEXO A e B). Todos os procedimentos adotados neste projeto estão de acordo com a resolução 466/12, referente a pesquisas com seres humanos, de 12 de dezembro de 2012.

3.2 Delineamento metodológico e local do estudo

Estudo observacional e transversal, desenvolvido na FFCLRP – USP e coletado no Ambulatório de Investigação do Processamento Auditivo (AIPA) do Centro Especializado de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia (CEOF) do HCFMRP – USP.

3.3 Casuística

A casuística do presente estudo foi composta por escolares, com idades entre 07 anos a 11 anos e 11 meses, de ambos os sexos. Dois grupos foram constituídos a partir da presença ou ausência do TPAC.

Constituiu-se o Grupo Estudo (GE) com escolares procedentes do AIPA e o Grupo Controle (GC) foi composto por escolares com procedência de uma escola de educação básica da rede pública de ensino.

Ambos os grupos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: a) ausência de sintomas e sinais neurológicos, como enxaqueca, convulsões e epilepsia; b) de doenças psiquiátricas; c) sem uso de medicamentos com ação no Sistema Nervoso Central; d) ausência de histórico familiar com perda auditiva; e) alterações de fala.

Como critério específico para constituição dos grupos, considerou-se a presença do TPAC no GE e a ausência desta mesma condição no GC.

Considerou-se como critérios de exclusão, para ambos os grupos, os seguintes achados no dia da avaliação: a) presença de alterações na sensibilidade auditiva, caracterizada por limiares ≥ 20 dB NA, identificada na audiometria tonal limiar de 0.25

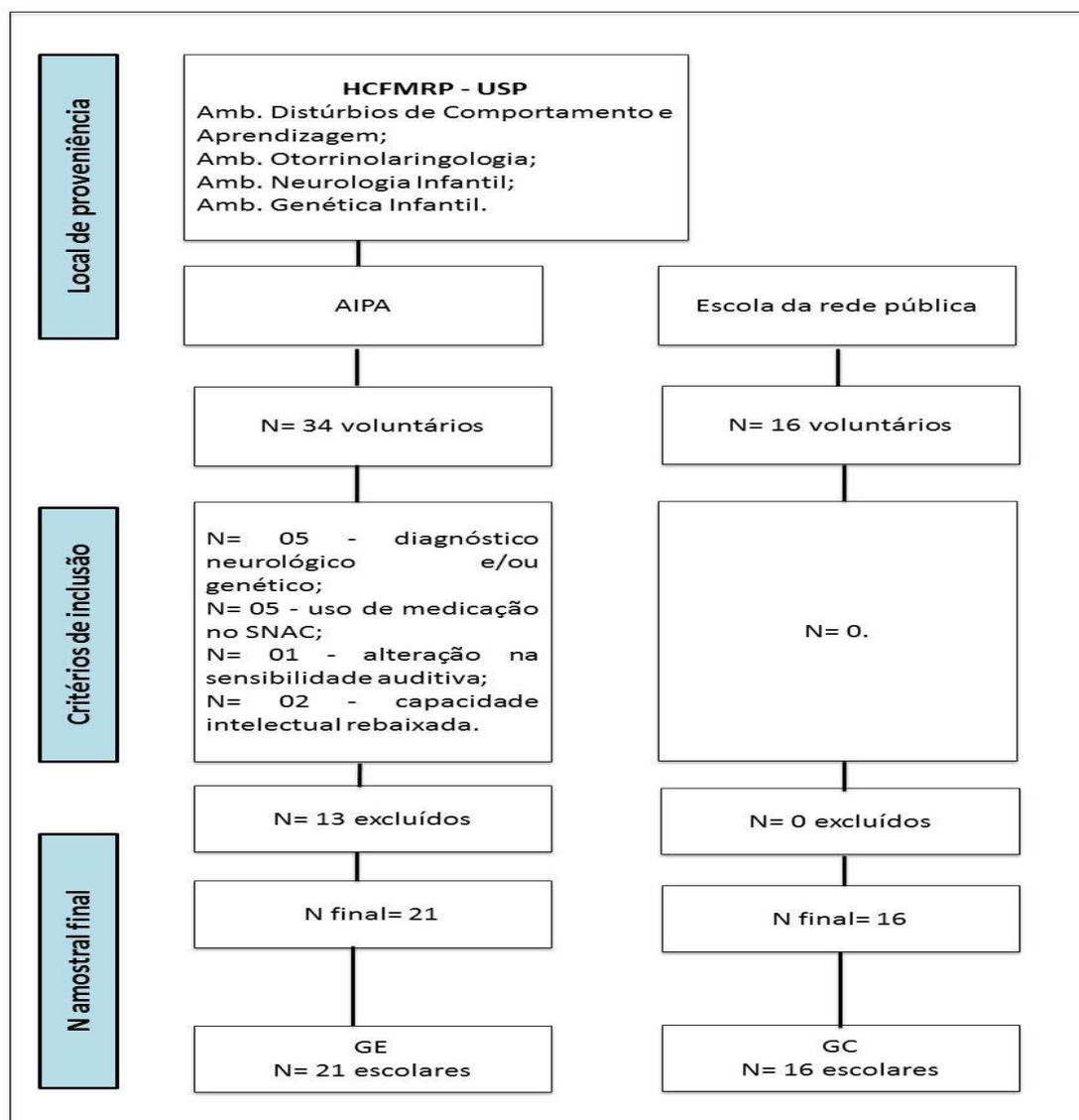
a 8 kHz; b) alterações na integridade da orelha média; d) capacidade intelectual rebaixada, caracterizada por percentil ≤ 5 no teste Raven; e) alteração de sincronia neural das vias auditivas subcorticais, segundo resultado do PEATE, com base nos valores de referência do serviço (ANEXO C).

O delineamento do estudo em relação à faixa etária baseou-se na possibilidade de análise dos testes dentro do contexto neuromaturacional auditivo e na existência de valores referenciais estabelecidos para cada um deles.

Grupos Estudo e Controle

No fluxograma abaixo se apresenta o processo de constituição de ambos os grupos para que as avaliações de pesquisa fossem realizadas.

Fluxograma 01. Constituição dos grupos Estudo e Controle



Desta forma, o GE foi constituído por 21 escolares, com idade entre 07 anos 01 mês a 10 anos e 09 meses, sendo 14 do sexo masculino e 07 do feminino. Constituiu-se o GC com 16 escolares voluntários com idade entre 07 anos e 09 meses a 11 anos e 06 meses, sendo 05 do sexo masculino e 11 do feminino.

3.4 Materiais

Para os procedimentos de estudo do presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Otoscópio - MISSOURI 001;
- Audiômetro Otometrics - MEDSEN Astera2;
- Fone supra-aural– Modelo HDA-300;
- Imitanciômetro – Madsen Zodiac 901;
- CDs do Manual de Avaliação do Processamento Auditivo de Pereira Schochat (2011), Auditec (1997) e Musiek et al. (2004);
- Teste de Nomeação Automatizada Rápida (Rapid Automated Naming – RAN) de Bogossian et al.(1997);
- Teste Illinois de Habilidades Psicolinguísticas – ITPA. Subteste 05 de Howe et al.(2006);
- Teste Consciência Fonológica – Instrumento e Avaliação Sequencial – CONFIAS de Moojen et al.(2013);
- Potencial Evocado Auditivo – *Intelligent Hearing System* (IHS), modelo Smart de dois canais, com fone de inserção ER2;
- Pasta abrasiva e eletrolítica - *TEN 20 Conductive*;
- Eletrodo descartável–Medpex.

3.5 Procedimentos

Consentimento dos responsáveis

Inicialmente informou-se aos responsáveis a respeito das avaliações a serem realizadas, esclarecendo cada um dos procedimentos que as integram. Todos os responsáveis pelos escolares voluntários os anuíram por meio da assinatura do Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido referente ao grupo pertencente e do Termo de Assentimento.

Entrevista Inicial

Aplicou-se entrevista inicial (APÊNDICE A) com os responsáveis, a fim de investigar possíveis queixas e o comportamento auditivo e linguístico, antecedentes do desenvolvimento motor, de fala e acadêmico de cada um dos escolares de ambos os grupos.

Avaliações para elegibilidade dos escolares

Fez-se necessária a realização de quatro avaliações a fim de determinar a elegibilidade dos escolares para compor a casuística do presente estudo. Estas foram a audiometria tonal limiar, a imitância acústica, o PEATE e a capacidade intelectual, este último aplicado e analisado por psicóloga colaborada.

A audiometria tonal limiar foi realizada em cabina acusticamente tratada. Os limiares tonais por via aérea foram pesquisados nas frequências de 0.25 a 8 kHz, em técnica descendente-ascendente, considerando como padrão de normalidade os valores ≥ 20 dB NA. Para confirmar a veracidade dos limiares realizou-se o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), por meio de palavras trissilábica, os resultados iguais ou até 10 dB NS da média tritonal (0.5, 1 e 2 kHz) foram interpretados como adequados.

Investigou-se por meio da imitância acústica a integridade funcional de orelha média. A variação de pressão no meato acústico externo promoveu diferentes graus de compressão da membrana timpânica, alterando seu estado de mobilidade. As curvas timpanométricas tipo A, Ar, Ad e C, desde que presente o reflexo acústico contra-lateral nas frequências de 0.5, 1 e 2 kHz foram consideradas adequadas.

O PEATE foi realizado com equipamento da marca *Intelligent Hearing Systems*, modelo *Smart EP*, de dois canais, com fone de inserção modelo ER3A. Realizou-se a limpeza de pele para a remoção de resíduos de descamação epitelial e de oleosidade, prévia a fixação dos eletrodos descartáveis. Estes foram dispostos de acordo com a norma internacional 10-20 (1958), com nível de impedância mantido entre 1-3 Kohms.

Os eletrodos de superfície foram dispostos da seguinte forma: negativos em A1

(lóbulo do pavilhão auricular esquerdo), A2 (lóbulo do pavilhão auricular direito), positivos em Cz (vértex) e o eletrodo Terra em Fpz. Os parâmetros de estimulação e captação foram: estímulo clique, em condição monoaural, em intensidade de 80 dB NA, com total de 1024 promediações a uma velocidade de 21.1 estímulos por segundo, com polaridade rarefeita. O filtro de banda de 100-1500 Hz, ganho de 100 μ V e janela de análise de 12ms. Duas estimulações consecutivas foram realizadas, no mínimo, a fim de verificar a reprodutibilidade das ondas I, III, V e de seus interpicos.

Os referidos procedimentos foram realizados de modo a excluir fatores que conhecidamente influenciam as variáveis de estudo do presente trabalho. Empregou-se a audiometria tonal limiar com fins de descartar a presença de perda auditiva de qualquer natureza, a imitância acústica as alterações de orelha média, o PEATE para excluir possíveis alterações em nível subcortical das vias auditivas e o teste Raven para descartar a presença de déficits da capacidade intelectual.

Avaliações de pesquisa

As avaliações adotadas como objeto de estudo desta pesquisa foram: Etapa 1 – Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo; Etapa 2 – Avaliação do Processamento Fonológico; Etapa 3 – Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência, componentes P1 e N1.

Etapa 1 – Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo

Nesta avaliação determinou-se os grupos que constituíram esta pesquisa, os testes foram selecionados a fim de avaliar os diferentes mecanismos de escuta que compõe o processamento auditivo, o dicótico verbal, a percepção de fala em condição de baixa redundância e aspectos temporais de ordenação e resolução.

A condição de TPAC foi identificada quando na presença de resultados alterados em pelo menos dois testes ou em um único teste em ambas as orelhas (AAA, 2010), constituindo o GE. Quando na ausência de alteração nos mecanismos do PAC, segundo estes critérios, constituiu-se o GC.

Os testes comportamentais foram realizados em cabina acusticamente tratada, por meio do audiômetro, com o fone de ouvido supra-aural. Orientou-se o escolar voluntário a sentar-se dentro da cabina acústica e a seguir as instruções dadas para

cada um dos testes. Pequenas pausas foram realizadas quando necessário e ou solicitado pelo escolar.

- **Teste Dicótico de Dígitos (TDD)** (SANTOS; PEREIRA, 1997): avalia a escuta dicótica, condição em que dois estímulos diferentes são apresentados simultaneamente às duas orelhas. Constituído por 20 sequências de quatro dígitos cada, apresentados simultaneamente em par, um em cada orelha. Orientou-se o voluntário a repetir todos os dígitos, independente da ordem de apresentação. Desta forma, o TDD foi realizado em etapa de integração binaural, a 50 dB NS com referência aos limiares tritonais de cada orelha. Foram considerados como valores de normalidade para as idades de 07 e 08 anos aqueles encontrados na OD $\geq 85\%$ e OE $\geq 82\%$, para idades superiores a 09 anos valores $\geq 95\%$ para ambas as orelhas (PEREIRA; SCHOCHAT, 2011).
- **Teste *Gaps-in-Noise* (GIN)**: definido com um teste de resolução temporal proposto por Musiek (2004). Composto por séries de seis segundos de ruído branco, nos quais há intervalos de silêncio (02, 03, 04, 05, 06, 08, 10, 12, 15, 20 milissegundos) inseridos de forma randomizada. Estes variam entre um, dois, três ou nenhum intervalo, com diferença de cinco segundos entre eles. Ao todo são 60 intervalos de silêncio, sendo seis para cada tempo de duração. Optou-se pela lista 03 das quatro que o teste apresenta, pois estas não diferem em grau de dificuldade (SAMELLI, 2005). O voluntário foi orientado a indicar por meio de um botão de resposta, a ocorrência dos intervalos de silêncio para cada um dos tempos de duração. Os estímulos foram apresentados de forma monoaural, a 50 dB NS com referência aos limiares tritonais de cada orelha. O valor de normalidade adotado para a população estudada foi de $\leq 06\text{ms}$ (AMARAL; COLELLA-SANTOS, 2010).
- **Teste Padrão de Frequência (TPF)**: definido com um teste de ordenação temporal proposto pela Auditec (1997), é composto por tons grave (G) a 880 Hz e agudo (A) a 1430 Hz. Na versão infantil (06 a 09 anos) os tons apresentam duração de 500 ms, com intervalo de 300 ms e de 10 segundos entre as sequências. Ao todo são 30 sequências, com três tons cada, que se alternam com seis possibilidades: AAG, AGA, AGG, GGA, GAG e GAA. Desta forma cada sequência é composta por dois estímulos de mesma frequência e o outro de frequência diferente. Orientou-se o voluntário a nomear

os tons como grosso ou fino, de forma fidedigna a sequência ouvida. Os estímulos foram apresentados a 50 dB NS com referência aos limiares tritonais de cada orelha, de forma monoaural. Foram consideradas como normalidade as porcentagens de acerto, para ambas as orelhas: 07 anos $\geq 50\%$; 08 anos $\geq 73,3\%$; 09 anos $\geq 66,6\%$; 10 anos $\geq 73,3\%$; e 11 anos $\geq 83,3\%$ (BALEN, 2001).

- **Teste de Fala com Ruído Branco (TFRB):** se caracteriza pela apresentação monótica, a fim de avaliar a percepção de fala em condição de baixa redundância. Constituído por quatro listas, cada uma com 25 monossílabos, apresentados em duas condições de escuta. Os voluntários foram orientados a ouvir uma série de palavras em condição ideal e posteriormente em condição regular, devendo repeti-las como entender em ambas às etapas. A intensidade de apresentação do sinal de fala foi de 40 dB NS referenciado na média tritonal. Para a condição regular, a relação sinal/ruído foi de +5 dB, considerando o nível de efetividade do ruído de 0 dB. Foram considerados como valores de normalidades aqueles encontrados $\geq 72\%$ para ambas as orelhas e $\leq 20\%$ entre o Índice Perceptual de Recepção de Fala (IPRF) e a fala com ruído (PEREIRA; SCHOCHAT, 1997).

Etapa 2 – Avaliação do Processamento Fonológico

Para compor a avaliação do Processamento Fonológico selecionou-se testes para avaliar as habilidades de CF, MTF e RAN.

Todos os procedimentos foram realizados em uma sala silenciosa, com os escolares sentados em frente ao avaliador, com uma mesa entre eles. Pequenas pausas foram realizadas entre os testes, quando necessário e ou solicitado pelo escolar. A seguir estão descritos os testes e os procedimentos aplicados.

- **Teste de Consciência Fonológica – Instrumento e Avaliação Sequencial (CONFIAS) (MOOJEN et al., 2013):** realizou-se os dois níveis, consciência silábica e fonêmica, conforme demonstrado no Quadro 1. Na consciência silábica as seguintes habilidades foram avaliadas: síntese, segmentação, identificação de sílaba inicial e medial, identificação e produção de rimas, produção de palavra com sílaba dada, exclusão e transposição silábica. No

nível de consciência fonêmica as habilidades avaliadas foram: produção de palavra com início do som dado, identificação de fonema inicial e final, exclusão, síntese, segmentação e transposição fonêmica. Antes de cada uma das habilidades dois exemplos foram apresentados, sendo as respostas de forma oral, excluindo-se a necessidade de leitura e escrita. Para cada erro a pontuação foi de 00 e de 01 para cada acerto, dentro da mesma tarefa. A pontuação máxima no nível silábico poderia ser de 40 pontos, no nível fonêmico de 30 pontos.

Quadro 1. Tarefas do teste CONFIAS

Tarefas de Consciência Silábica	Tarefas de Consciência Fonêmica
S1. Síntese;	F1. Palavra produzida;
S2. Segmentação;	F2. Fonema inicial identificado;
S3. Identificação de sílaba inicial;	F3. Fonema final identificado;
S4. Identificação de rima;	F4. Exclusão;
S5. Produção de palavra;	F5. Síntese;
S6. Identificação de sílaba medial;	F6. Segmentação;
S7. Produção de rima;	F7. Transposição.
S8. Exclusão silábica;	
S9. Transposição silábica.	

- **Teste Illinois de Habilidades Psicolinguísticas (ITPA), subtteste 05 de memória sequencial auditiva (HOWE et al., 2006):** constitui-se pela repetição de 21 sequências de dígitos distribuídas de forma crescente, de 02 a 07 dígitos, apresentados no Quadro 2. Estas foram apresentadas oralmente, respeitando-se a regularidade do ritmo de 02 dígitos por segundo, com diminuição da voz no dígito final. Duas tentativas de repetição foram permitidas para cada sequência apresentada, em caso de erro na primeira tentativa. Quando na ocorrência de erro em 02 itens consecutivos, em ambas as tentativas de aplicação, o teste foi suspenso. A pontuação atribuída para cada item correto na primeira tentativa foi de 02 pontos e 01 ponto para a segunda tentativa.

Quadro 2. Lista de sequência de dígitos em ordem direta do teste ITPA.

Sequência de dígitos	
1. 9-1	12. 1-5-2-9-6
2. 7-9	13. 7-3-1-8-4
3. 6-4-9	14. 5-9-6-2-7
4. 8-1-1	15. 2-9-6-1-8-3
5. 5-2-8	16. 7-4-8-3-5-5
6. 2-7-3-3	17. 6-9-5-7-2-8
7. 6-3-5-1	18. 5-2-4-9-3-6
8. 8-2-9-3	19. 4-7-3-8-1-5
9. 1-6-8-5	20. 3-6-1-9-2-7-7
10. 4-7-3-9-9	21. 5-3-6-9-7-8-2
11. 6-1-4-2-8	

- Teste de Nomeação Automática Rápida (RAN) (BOGOSSIAN et al., 1997):** constituído por subtestes de nomeação de cores, dígitos, letras e objetos, cada qual com cinco estímulos diferentes. O subteste de cores composto por verde, vermelho, preto, azul e amarelo, o de dígitos pelos números “6”, “2”, “4”, “9” e “7”, o de letras pelos grafemas “p”, “d”, “o”, “a” e “s” e o de objetos por figuras correspondentes a “pente”, “guarda-chuva”, “chave”, “relógio” e “tesoura”, demonstrados na Figura 1. Os estímulos alternam-se entre si, em um total de 50, formando 10 linhas sequenciais. Inicialmente verificou-se o conhecimento do voluntário quanto ao nome dos estímulos a serem apresentados e instruiu-se a nomeá-los o mais rápido possível, seguindo-os da esquerda para direita e de cima para baixo. O tempo foi registrado com cronometro em milissegundos.

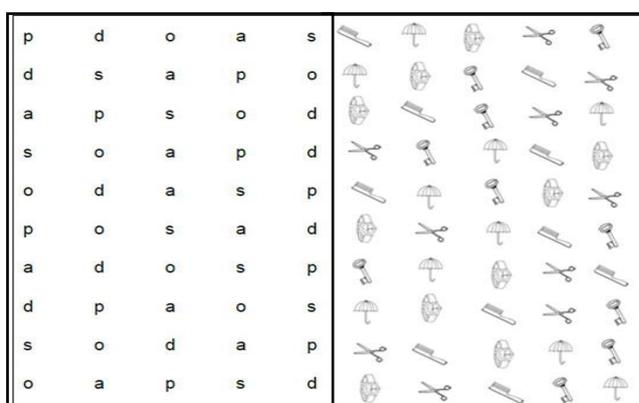


Figura 1. Subtarefas letras e objetos da RAN

Etapa 3 – Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – componentes P1 e N1

Nesta etapa realizou-se a pesquisa do PEALL para o registro das componentes P1 e N1. A seguir estão descritos os procedimentos adotados para registro, estimulação e captação de resposta das componentes estudadas.

Orientou-se o escolar voluntário a sentar-se confortavelmente em uma cadeira reclinável e assistir a um filme mudo posicionado a 01 metro de distância, para que fosse possível registrar e controlar a influência do movimento ocular no registro auditivo. O filme selecionado foi “O poderoso chefinho”, adequado pela Classificação Indicativa à faixa etária do presente trabalho.

O equipamento e o modo de preparo antecedente a realização do PEALL foram os mesmos do PEATE, descritos acima.

Para o registro das componentes, os eletrodos foram posicionados da seguinte forma no canal A: no vértex (Cz) o eletrodo positivo (ativo), no lóbulo do pavilhão auricular direito (A2) o eletrodo negativo e no lóbulo do pavilhão auricular esquerdo (A1) o eletrodo Terra. A fim de se monitorar o movimento ocular, no canal B, o eletrodo ativo foi fixado em posição supraorbital (S.O) e eletrodo negativo em posição infraorbital (I.O) esquerda.

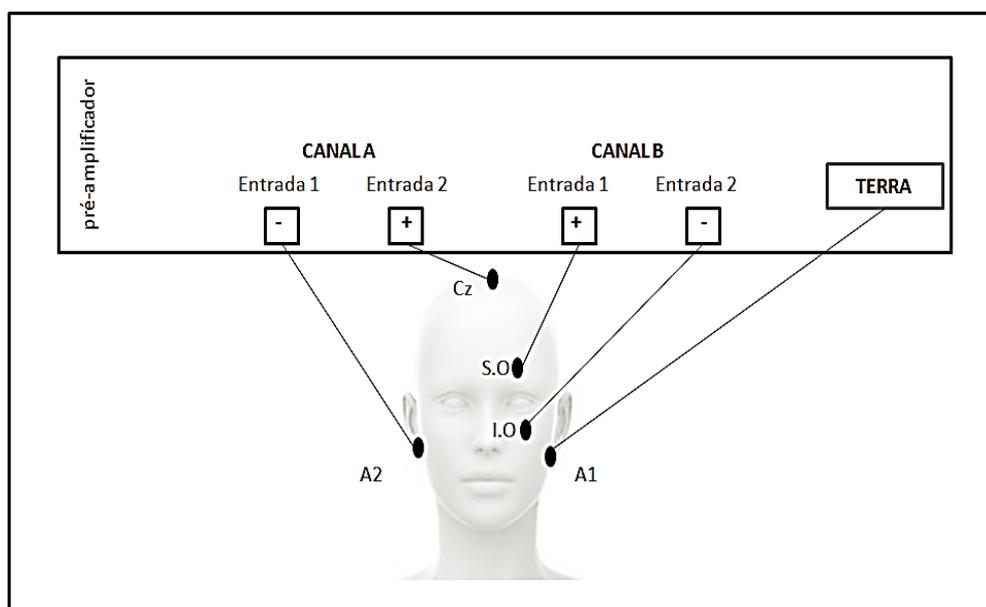


Figura 2. Representação da disposição dos eletrodos, de acordo a norma “10-20 International System”, para o PEALL

Os parâmetros adotados para a estimulação e captação de respostas das componentes P1 e N1 estão descritos no Quadro 3, apresentado a seguir.

Quadro 3. Parâmetros de estimulação e captação de resposta para o PEALL.

Parâmetros de estimulação	
Estímulo acústico	Clique e sílaba sintética /da/
Modo de apresentação	Binaural
Intensidade	70 dB NA
Promediações	300
Velocidade de apresentação	1,1 por Segundo
Intervalo interestímulo (ISI)	810 ms
Parâmetros de captação de respostas	
Filtro de Banda	1 a 30 Hz
Ganho	50 μ V
Janela de Análise	-25 a 256 ms

Para o registro ocular, o nível de rejeição dos artefatos no canal B foi estabelecido em 30% (VENTURA et al., 2009), permitindo a análise precisa do registro sem interferência no PEALL.

Adotou-se dois critérios para identificação das componentes P1 e N1. O primeiro a ocorrência de uma deflexão positiva (P1), obrigatória para todas as idades avaliadas, sucedida por uma deflexão contrária (N1), obrigatória após os 10 anos, podendo ou não ser identificada em idades inferiores (KUMMER et al., 2007). Como segundo critério, consideramos P1 presente apenas na condição de sua amplitude com valores positivos, tendo como referência a linha de base, o mesmo aplicou-se a N1 com valores negativos. Desta forma, a presença visual da deflexão positiva, mas com valores inferiores a 0,01 μ V, qualificou a P1 como ausente. Na Figura 3 apresenta-se a forma de marcação seguida no presente estudo.

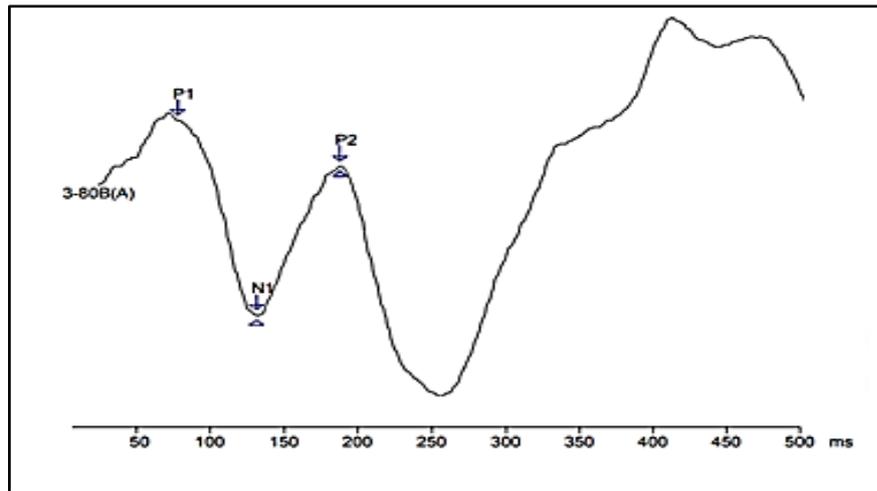


Figura 3. Exemplo de marcação das componentes P1 e N1 do PEALL.

Análise dos dados

Métodos de estatística descritiva foram utilizados para a apresentação dos dados das avaliações, sendo os valores referentes à medida central, média ou mediana, desvio padrão, mínimo e máximo. Utilizou-se a análise de distribuição dos resultados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, quando na presença de distribuição normal selecionou-se os testes paramétricos e na ausência destes os testes não paramétricos.

Utilizou-se na análise de distribuição quanto à idade e ao sexo nos grupos o teste qui-quadrado (X^2). O teste de Mann-Whitney foi utilizado para os resultados dos testes de processamento auditivo e fonológico a fim de caracterizar os grupos estudo e controle, bem como, as semelhanças e diferenças entre estes, verificada por meio do teste não paramétrico, para amostras não pareadas.

O estudo das componentes P1 e N1 foi conduzido por meio das medidas de latência e amplitude absoluta, em função do tipo de estímulo e grupo. Para análise dos dois estímulos e dos dois grupos em conjunto, utilizou-se o método de análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas modelo misto; para comparação entre os estímulos em cada um dos grupos e entre os grupos para o mesmo estímulo foi realizado a análise de variância (ANOVA).

Em todas as análises foi adotado o valor de $p \leq 0,05$ como nível de significância, em sua presença o resultado está em destaque com (*).

RESULTADOS

4. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos GC e GE em cada uma das etapas que constituíram o presente estudo, a avaliação do processamento auditivo (testes comportamentais) e fonológico, e do registro eletrofisiológico das componentes P1 e N1.

Caracterização da amostra

A caracterização quanto à queixa, idade e sexo dos escolares estão apresentados abaixo, identificando as características de cada um dos grupos.

Por meio do relato dos responsáveis identificou-se as possíveis queixas dos 37 escolares encaminhados a avaliação do PAC, definindo as características do GC (n=16) e do GE (n=21). Os dados pertinentes a estas encontram-se na Tabela 1, em que pode-se constatar que a queixa de maior frequência referiu-se as dificuldades de aprendizagem, seguida de desatenção no GE. Ressalta-se ainda que, neste mesmo grupo, os responsáveis apresentaram mais de uma queixa para o mesmo escolar, evidenciando queixas coexistentes.

Tabela 1. Caracterização dos grupos de escolares quanto à queixa.

Queixas referidas	Número de escolares por grupo			
	GC		GE	
	N	%	N	%
Necessidade de repetir a informação	02	12,50	02	9,52
Esquecimento	00	00,00	03	14,28
Dificuldade de aprendizagem	02	12,50	12	57,14
Dificuldade de leitura e escrita	01	6,25	01	4,76
Desatenção	01	6,25	06	28,57
Hiperatividade	00	00,00	02	9,52
Timidez	00	00,00	01	4,76
Agressividade	00	00,00	01	4,76
Dificuldade de interação social	01	6,25	01	4,76
Sem queixas	10	00,00	00	00,00

Legenda: GC= Grupo Controle; GE= Grupo Estudo; N= Número de escolares.

A constituição da amostra em relação à faixa etária e ao sexo foi analisada entre os grupos, sem diferenças significativas ($p < 0,05$) quanto aos escolares que constituíram cada um deles (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos grupos controle e estudo quanto à idade e ao sexo.

Grupo	Idade				Sexo		P
	Mínima	Máxima	Mediana	p	Feminino	Masculino	
GC	7,9	11,6	9,6	0,110	11	05	0,070
GE	7,1	10,9	9,3		07	14	

Teste ANOVA

Legenda: GE= Grupo Estudo; GC= Grupo Controle; p= Valor de p.

Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo

Nesta etapa serão apresentados os resultados para cada um dos testes comportamentais. Realizou-se a análise comparativa entre os GC e GE para cada uma das orelhas.

O GE apresentou menor porcentagem de acertos em comparação ao GC no TPF, TDD e TFRB, sendo a diferença entre eles estatisticamente significativa, para ambas as orelhas ($p < 0,05$). Estes resultados evidenciam que o GE apresenta menor habilidade em ordenar padrões acústicos no tempo, de percepção de fala em condição de baixa redundância extrínseca e em condição de escuta dicótica.

No teste GIN, que avalia a resolução temporal, os resultados não mostraram diferença estatística ($p < 0,05$) entre os grupos, em ambas às orelhas. Contudo, destaca-se que nenhum dos escolares do GC apresentou resultado superior a 06 ms (limite do valor de normalidade), enquanto no GE o valor máximo atingiu 10 ms (resultado alterado). Estes resultados sugerem que o limiar para identificação de eventos no tempo, entre os dois grupos foram semelhantes.

Os resultados dos testes de processamento auditivo, em porcentagem de acertos, por grupo e orelha estão apresentados Tabela 3 e no Gráfico 1.

Tabela 3. Resultados dos testes de processamento auditivo para o Grupo Controle e Estudo.

Processamento Auditivo Comportamental							
Testes	Orelha	Grupo	Mínimo	Máximo	Mediana	Valor de <i>p</i>	
TPF (%)	OD	GC	50,00	100,00	93,30	0,013*	
		GE	40,00	100,00	80,00		
	OE	GC	50,00	100,00	88,30		0,002*
		GE	36,6	100,00	66,60		
TDD (%)	OD	GC	91,20	100,00	98,75	0,005*	
		GE	90,00	98,75	96,20		
	OE	GC	88,75	100,00	97,50		0,011*
		GE	85,00	98,75	95,00		
GIN (ms)	OD	GC	4	6	5	0,345	
		GE	4	10	6		
	OE	GC	4	6	6		0,363
		GE	4	10	6		
TFRB (%)	OD	GC	64,00	92,00	80,00	0,001*	
		GE	40,00	96,00	68,00		
	OE	GC	72,00	88,00	76,00		0,001*
		GE	32,00	92,00	64,00		

Teste Mann Whitney

Legenda: **GC**= Grupo Controle; **GE**= Grupo Estudo; **TPF** = Teste Padrão de Frequência; **TDD**= Teste Dicótico de Dígitos; **GIN**= Gaps in Noise; **TFRB**= Teste de Fala com Ruído Branco; **ms**= Milissegundos; **OD**= Orelha direita; **OE**= Orelha Esquerda; * = Diferença estatisticamente significante entre grupos.

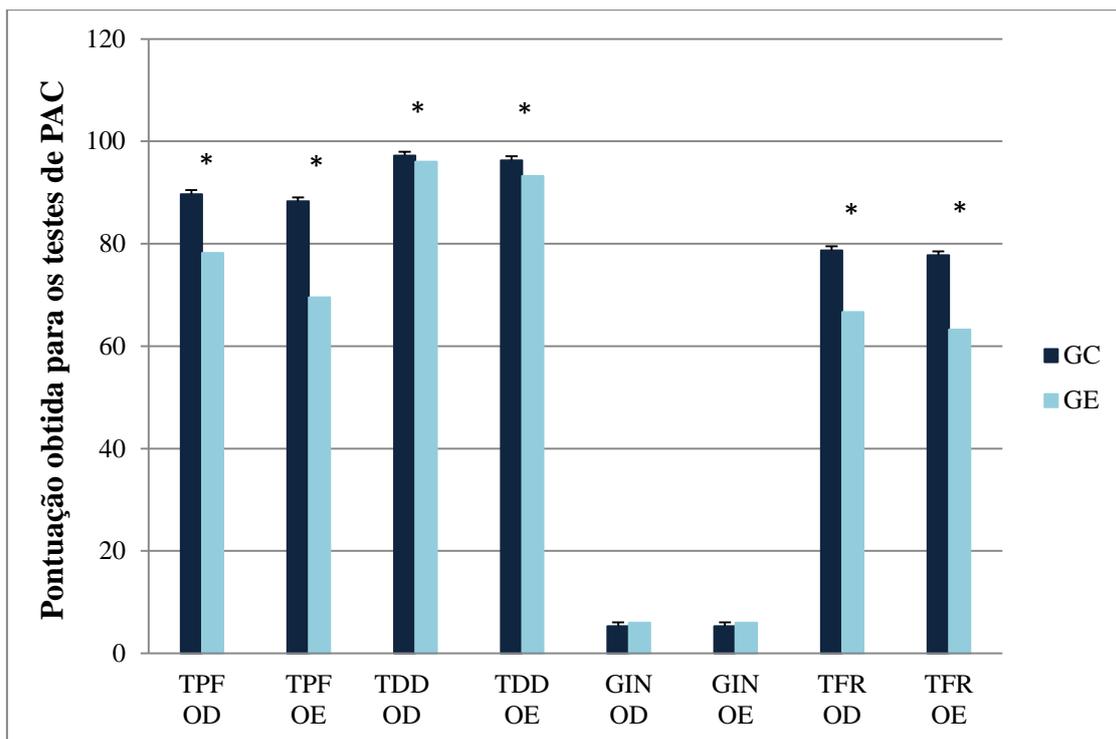


Gráfico 1. Valores médios referentes aos testes comportamentais para cada uma das orelhas. (* representa a presença de diferença entre os grupos – Teste Mann Whitney – $p \leq 0,05$)

Avaliação do Processamento Fonológico

Nesta etapa, referente ao estudo do Processamento Fonológico, realizou-se a análise comparativa entre o GC e o GE para cada uma das habilidades que o compõe, descritas abaixo. Os escores obtidos em cada uma das provas estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados dos testes de Processamento Fonológico para o Grupo Controle e Estudo

Processamento Fonológico					
Testes	Grupos	Mínimo	Máximo	Mediana	Valor de <i>p</i>
ITPA	GC	32	44	39	0,001*
	GE	26	40	32	
Cores	GC	30,23	64,85	43,95	0,001*
	GE	38,55	121,10	70,56	
Objetos	GC	35,41	85,49	54,53	0,001*
	GE	51,30	118,30	74,15	
RAN	GC	18,83	57,60	27,88	0,001*
	GE	28,05	139,20	45,47	
Dígitos	GC	20,24	70,73	29,74	0,001*
	GE	34,77	153,80	44,80	
Letras	GC	30	40	39	0,001*
	GE	5	40	31	
Confias	GC	13	28	21	0,001*
	GE	0	24	14	

Teste Mann Whitney

Legenda: GC= Grupo Controle; GE= Grupo Estudo; ITPA= Teste de Illinois de Habilidades Psicolinguísticas; RAN= Nomeação Automática Rápida; Confias = Teste de Consciência Fonológica; * =Diferença estatisticamente significante entre grupos.

No estudo da habilidade metalinguística de CF (Gráfico 2), os grupos apresentaram resultados diferentes, estatisticamente significantes, para os níveis Consciência Silábica e Fonêmica ($p < 0,05$). Para os dois níveis o GC obteve maior número de acertos em relação ao GE. Esta diferença indica a distinta habilidade de manipulação fonológica, com desempenho inferior no GE, comum em escolares com alteração do PAC.

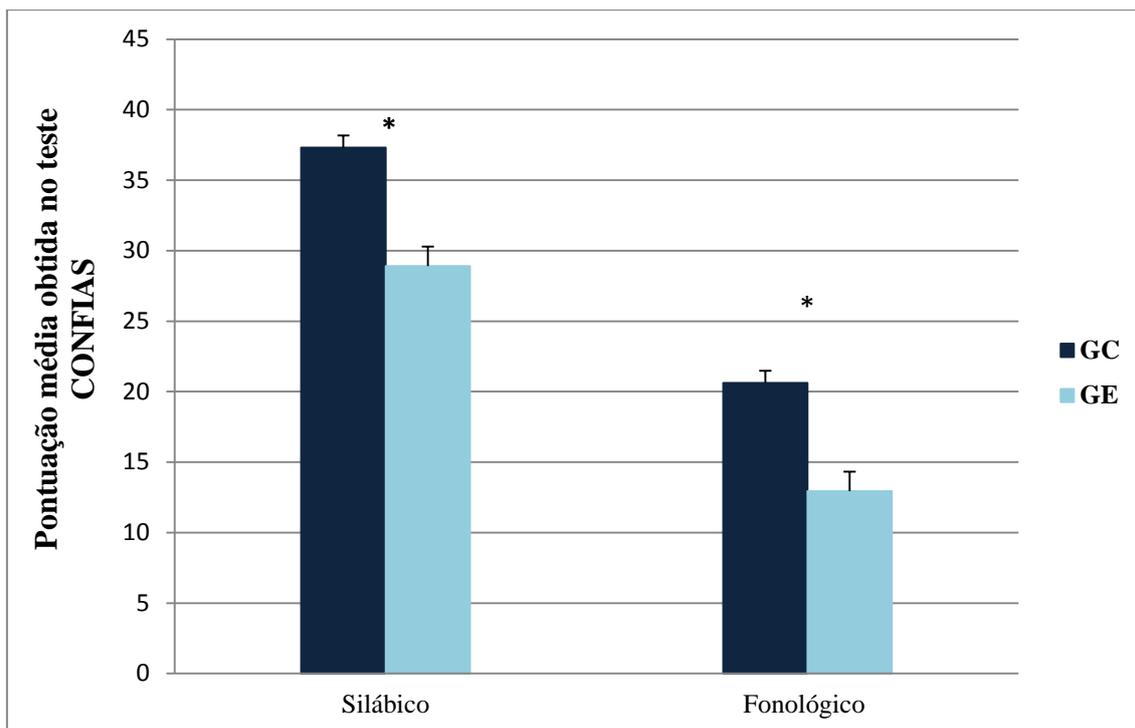


Gráfico 2. Valores médios para nível silábico e fonêmico da consciência fonológica em cada um dos grupos.

(* representa a presença de diferença entre os grupos – Teste Mann Whitney – $p \leq 0,05$)

Para a MTF, o GC apresentou maiores valores de escore em comparação ao GE, com resultados estatisticamente significantes ($p < 0,05$). A comparação dos resultados obtidos para cada um dos grupos encontra-se no Gráfico 3. A diferença entre os GC e GE sugere que na presença do TPAC os escolares apresentam dificuldades na habilidade de MTF.

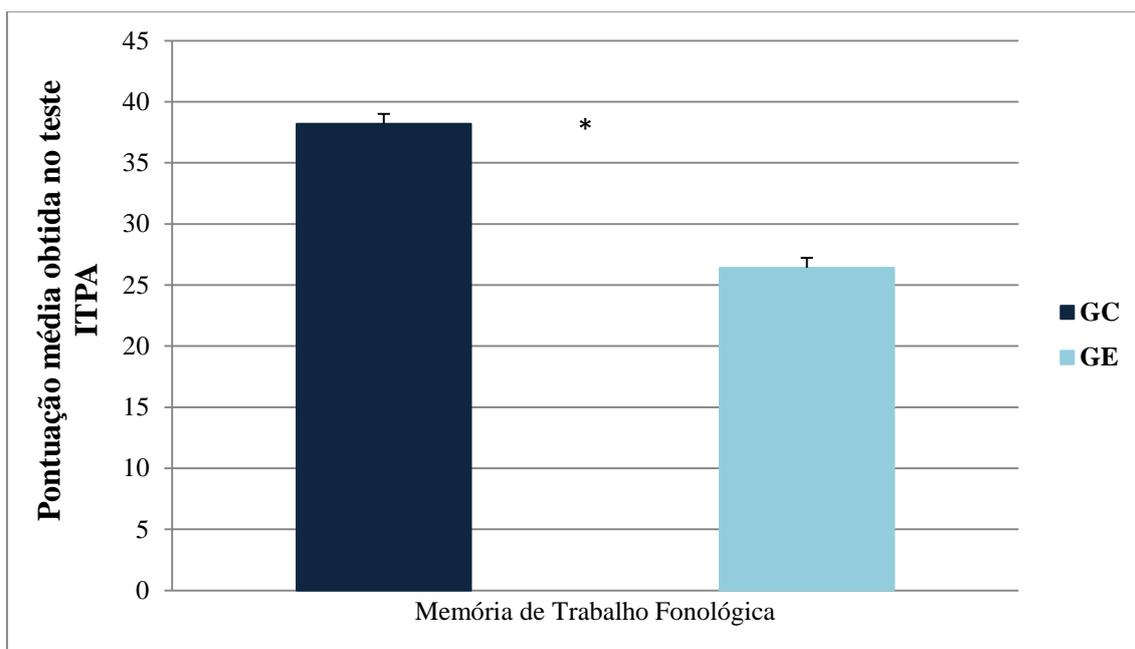


Gráfico 3. Valores médios para a Memória de Trabalho Fonológica em cada um dos grupos.

(* representa a presença de diferença entre os grupos – Teste Mann Whitney – $p \leq 0,05$)

Na análise da RAN, nas subtarefas de dígitos, letras, cores e objetos os grupos apresentaram diferenças estaticamente significantes ($p < 0,05$), com maior tempo para realização de todas as subtarefas no GE, apresentado no Gráfico 4. Ressalta-se que para esta habilidade, o melhor desempenho corresponde ao menor valor obtido, uma vez que verifica-se o menor tempo em que o escolar realiza a tarefa. Estes resultados indicam que o GE apresenta menor velocidade no acesso lexical, identificando dificuldades para esta habilidade nos escolares que apresentam déficits nas habilidades auditivas.

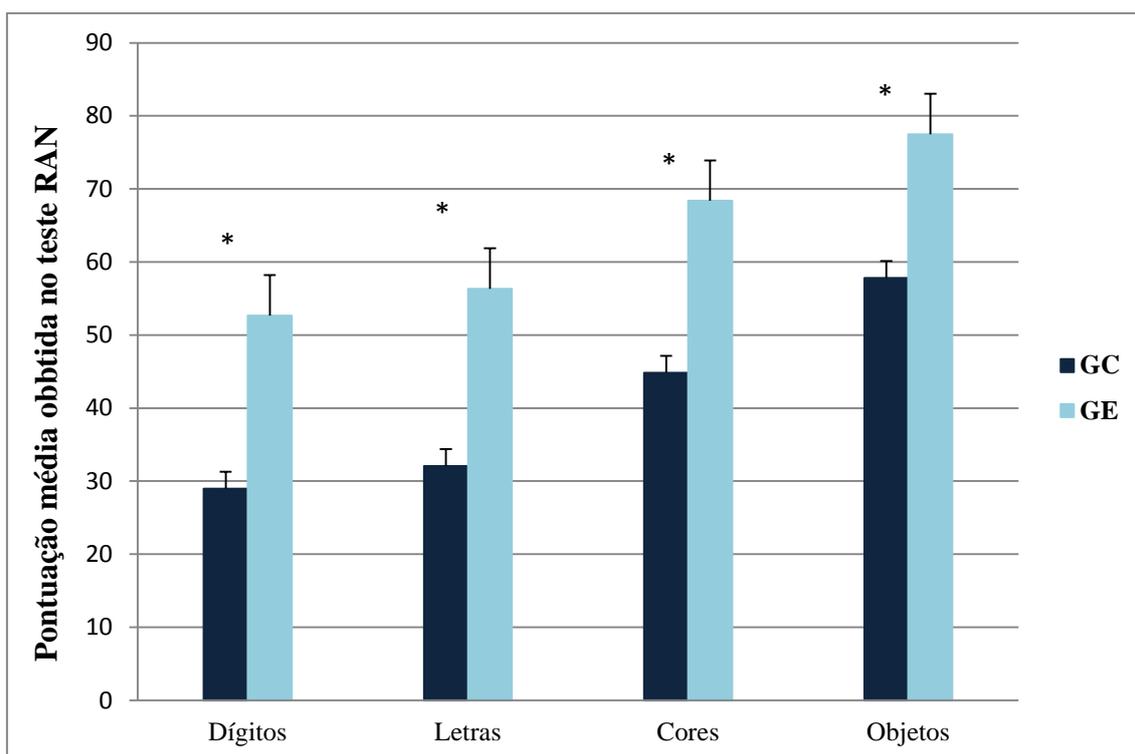


Gráfico 4. Valores médios para a Nomeação Automática Rápida para cada um dos subtestes em ambos os grupos.

(* representa a presença de diferença entre os grupos – Teste Mann Whitney – $p \leq 0,05$)

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – Componente P1 e N1

Nesta etapa três análises foram conduzidas para o estudo do PEALL. Na primeira verificou-se a presença das componentes estudadas para cada um dos grupos, em cada um dos estímulos. A segunda referiu-se ao estudo de P1 e N1 comparando os estímulos entre si, para cada um dos grupos. E na terceira, comparou-se os grupos para cada um dos estímulos empregados.

Em relação à identificação das componentes estudadas, a P1 foi observada em 100,00% ($n=16$) dos escolares do GC, tanto para o estímulo clique como para a fala. No

GE a identificação ocorreu em 80,90% (17/21) para o clique e em 95,23% (20/21) para a fala (Tabela 5).

A componente N1 foi identificada em 93,70% (15/16) dos escolares do GC para o clique e em 100,00% (n=16) para a fala, no GE, para ambos os estímulos, a N1 foi observada em 95,23% (20/21) (Tabela 5).

Tabela 5. Identificação das componentes P1 e N1 em função do estímulo para cada um dos grupos

Identificação das components						
Componentes	Grupos	Estímulo				
		Clique		Fala		
		N	%	N	%	
P1	GC N=16	16	100,00	16	100,00	
	GE N=21	17	80,95	20	95,23	
N1	GC N=16	15	93,15	16	100,00	
	GE N=21	20	95,23	20	95,23	

Legenda: GC= Grupo Controle; GE= Grupo Estudo; N = Número de Escolares.

Mediante os resultados apresentados acima, observa-se que a componente P1 ocorreu em maior frequência para o GC quando comparada ao GE, independente do estímulo empregado. Independente do grupo o estímulo de fala promoveu maior ocorrência da P1. Este mesmo estímulo promoveu a maior frequência da componente N1 no GC. A não identificação da componente P1 em todos os escolares do GE sugere que há dificuldades e/ou déficits no processamento da informação auditiva na população com TPAC. Enquanto ausência de N1 em ambos os grupos pode ser atribuída à idade dos escolares que os integraram.

A segunda análise referiu-se a comparação entre os estímulos (fala e clique). Nos parágrafos seguintes descrevem-se os resultados pertinentes a cada uma delas.

Para a latência da componente P1 não houve diferença significativa ($F_{[1;31]}=2,91$; $p=0,10$), entretanto, verificou-se interação grupo ($F_{[1;31]}=5,81$; $p=0,02^*$). A análise indicou que a interação ocorreu no GC ($F_{[1;15]}=30,86$; $p=0,001^*$), com maiores valores para o estímulo de fala em relação ao clique. Para o GE, os valores dos estímulos empregados foram próximos, com ausência de diferença entre eles ($F_{[1;16]}=0,15$;

p=0,70).

Quanto à amplitude de P1 não houve significância estatística, com valores próximos ($F_{[1;31]}=3,14$; $p=0,09$), mas houve a presença de interação grupo ($F_{[1;31]}=5,11$; $p=0,03^*$). A análise mostrou que a interação ocorreu para o GE ($F_{[1;16]}=8,97$; $p=0,009^*$), com valores superiores para a fala quando comparado ao clique. No GC não houve diferença ($F_{[1;15]}=0,11$; $p=0,75$).

Estes resultados sugerem que no GC há diferença na velocidade do processamento entre os estímulos de fala e clique, com latência prolongada para a fala.

Para os valores de latência da componente N1, houve diferença significativa ($F_{[1;33]}=5,11$; $p=0,03^*$), porém não houve interação grupo ($F_{[1;33]}=2,80$; $p=0,10$). Considerou-se a análise intra grupo, mesmo na ausência de interação destes, devido ao valor próximo ao nível de significância estipulado. Constando-se diferença significativa no GC ($F_{[1;14]}=20,41$; $p=0,001^*$), com valores superiores quando com estímulo de fala. Para o GE os valores entre os estímulos empregados não foram diferentes de forma significativa ($F_{[1;19]}=0,14$; $p=0,72$).

Para amplitude da N1 os resultados foram estaticamente significantes ($F_{[1;33]}=21,89$; $p=0,001^*$), com interação grupo ($F_{[1;33]}=5,59$; $p=0,02^*$). Ambos os grupos apresentaram valores superiores quando com estímulo de fala em relação ao clique (GE, $F_{[1;19]}=5,05$; $p=0,04^*$ / GC, $F_{[1;14]}=14,30$; $p=0,02^*$).

Para a componente N1, no GC existe diferença na velocidade de processamento entre a fala e o clique, com valores maiores para o estímulo verbal. Quanto à amplitude, ambos os grupos apresentaram valores superiores para a fala, evidenciando maior ação neural para processar este estímulo.

Tabela 6. Valores de latência para os estímulos de clique e fala para cada um dos grupos.

		Latência (ms)				
	Estímulo	Grupo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
P1	GE	Clique	46	156	94,71 [#]	32,77
		Fala	48	149	91,71	25,78
	GC	Clique	45	120	66,50 ^{^#}	24,17
		Fala	55	165	84,00 [^]	31,44
N1	GE	Clique	90	215	136,80	44,12
		Fala	101	208	140,60 [#]	27,68
	GC	Clique	73	188	108,53 [^]	34,35
		Fala	83	235	134,00 ^{^#}	49,31

Teste ANOVA de medidas repetidas, modelo misto

Legenda: ms= Milissegundos; **GE**= Grupo Estudo; **GC**= Grupo Controle; # = Diferença estatisticamente significativa entre grupos; Δ = Diferença estatisticamente significativa entre estímulos.

Tabela 7. Valores de amplitude para os estímulos de clique e fala para cada um dos grupos.

		Amplitude (μV)				
	Estímulo	Grupo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
P1	GE	Clique	0,04	1,41	0,48 Δ #	0,33
		Fala	0,20	1,56	0,89 Δ	0,38
	GC	Clique	0,08	1,61	0,49#	0,44
		Fala	0,10	1,10	0,44	0,32
N1	GE	Clique	0,23	1,67	0,91 Δ	0,43
		Fala	0,58	2,47	1,20 Δ #	0,53
	GC	Clique	0,22	2,09	0,93 Δ	0,47
		Fala	0,41	3,10	1,94 Δ #	0,80

Teste ANOVA medidas repetidas, modelo misto

Legenda: μV = Micro volts; **GE**= Grupo Estudo; **GC**= Grupo Controle; # = diferença estatisticamente significativa entre grupos; Δ = diferença estatisticamente significativa entre grupos.

A terceira e última análise dos resultados das componentes P1 e N1 foi o estudo entre os grupos, considerando o tipo de estímulo, por meio da análise de variância ANOVA. Nos parágrafos seguintes descrevem-se os resultados pertinentes a cada uma delas, para as variáveis latência e amplitude.

Para a latência da componente P1, entre grupos, houve diferença estatística para o estímulo clique ($F_{[1;31]}=7,83$; $p=0,009^*$), com maiores valores no GE em relação ao GC. Para o estímulo de fala os valores foram superiores no GE quando comparado ao GC, porém com ausência de diferença estatisticamente significativa ($F_{[1;34]}=0,66$; $p=0,42$).

A amplitude de P1, entre grupos, apresentou resultados estatisticamente significantes para o estímulo de fala ($F_{[1;34]}=13,44$; $p=0,001^*$), em que o GE apresentou valores superiores em relação ao GC. O mesmo não ocorreu para o estímulo clique ($F_{[1;31]}=0,01$; $p=0,91$).

Estes resultados sugerem que o GE necessita de mais tempo para processar ambos os estímulos em relação ao GC. Os valores de amplitude de P1 evidenciam que o GE recruta um maior número de neurônios em resposta ao estímulo verbal, diferenciando-se do GC.

Quanto a latência da N1, os grupos diferenciaram-se para o estímulo clique ($F_{[1;33]}=4,22$; $p=0,05^*$), com valores superiores no GE em relação ao GC. O mesmo não ocorreu para a fala ($F_{[1;34]}=0,40$; $p=0,53$), embora os resultados evidenciem valores superiores no GE quando comparado ao GC, estes não foram significativos estatisticamente.

Para a amplitude de N1, entre os grupos, houve diferença estatística para o estímulo de fala ($F_{[1;34]}=10,60$; $p=0,003^*$), em que o GC apresentou maiores valores de amplitude em relação ao GE. Para o estímulo clique não houve diferença estatística ($F_{[1;33]}=0,02$; $p=0,90$).

Os valores de latência mostram que para o estímulo clique o GC processa a informação acústica em menor tempo. O mesmo não ocorreu para a fala, em que os grupos necessitaram do mesmo tempo para processá-la. No GC, para a fala, houve maior ativação neural para que este estímulo fosse decodificado.

5. DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentaremos a discussão dos resultados obtidos em nosso estudo. Os tópicos serão abordados na mesma sequência dos resultados, constituição e caracterização da amostra, a avaliação do processamento auditivo (testes comportamentais) e fonológico, e do registro eletrofisiológico das componentes P1 e N1.

Constituição e caracterização da amostra

Como variável controlada, a idade dos escolares que integraram cada um dos grupos não diferiu-se na comparação entre eles. Este aspecto é imprescindível devido às características das mudanças maturacionais em vias auditivas próprias do desenvolvimento típico (MENEZES, 2017). As diferenças encontradas em cada grupo etário podem promover dificuldades na comparação de populações controle e com TPAC (TOMLIN et al, 2016). Em atenção a este fator buscou-se a semelhança entre as idades, para que as possíveis distinções entre as populações estudadas não fossem disfarçadas pelo próprio desenvolvimento.

No que se refere ao sexo, não houve diferença estatística, porém observou-se que os escolares do sexo masculino apresentaram-se em maior quantidade no GE e em menor no GC quando comparado ao feminino, estes resultados são concordantes a literatura (RIBAS et al., 2007; PELITERO et al., 2010; FRIDLIN et al., 2014).

Em relação às queixas, a mais relatada no GE referiu-se as dificuldades de aprendizagem, isolada ou coexistente a outras, consoante à literatura (RIBAS; ROSA; KLAGENBERG, 2007; McARTHUR; ATKINSON; ELLIS, 2009; SHARMA; PURDY; KELLY, 2009; ILIADOU et al., 2009; MOURAD et al., 2015; PRANDO et al., 2017). Em estudo anterior, a dificuldade de aprendizagem foi queixa prevalente entre 159 indivíduos encaminhados para a avaliação do PAC (SANTOS et al, 2015); em outro, 88% de crianças com dificuldade de aprendizagem possuíam algum tipo de alteração do PAC (RIBAS; ; ROSA; KLAGENBERG, 2007).

Embora a queixa de dificuldade de aprendizagem apresente prevalência frente a outras na população em que suspeita-se de alterações de processamento auditivo, o estudo de Borges e Schochat (2005) indicou o número de queixas associadas como fator principal para o diagnóstico de TPAC. Este aspecto foi observado no presente estudo

para o grupo com a condição do transtorno, em que o número de queixas coexistentes foi superior quando comparado ao grupo com ausência de alterações.

Buscou-se assegurar, dentro do possível, a homogeneidade de ambos os grupos estudados. Assim, os resultados encontrados na avaliação eletrofisiológica, se distintos, não poderiam ser atribuídos ao aspecto da maturação do SNAC em relação à idade.

Processamento Auditivo Comportamental Central

O adequado processamento da informação auditiva decorre da integridade e maturação das estruturas do SNAC, bem como, da estimulação auditiva (SHARMA; CAMPBELL; CARDON, 2015). Esta condição permite a correta análise e interpretação dos padrões sonoros (LUZ; COSTA FERREIRA, 2011), de modo a transformá-los, organizá-los, codifica-los e decodifica-los (MOMENSOHN-SANTOS; DIAS; ASSAYAG, 2007), permitindo sua compreensão. Na presença de fatores interferentes constituem-se os déficits nos mecanismos auditivos, caracterizando o TPAC.

Visto que na presença do TPAC há déficits de mecanismos auditivos era esperado que os escolares do GE apresentassem desempenho inferior ao GC, como observado nas habilidades de ordenação temporal, escuta dicótica verbal em etapa de integração binaural e percepção de fala em condição de baixa redundância, concordantes a literatura (RIBAS; ROSA; KLAGENBERG, 2007; PELITEIRO; MANFREDI; SCHNECK, 2010; PIRES; MOTA; PINHEIRO, 2015). É possível inferir que estes escolares possuam desvantagens em relação ao processamento da informação auditiva, para cada uma das habilidades, e conseqüentemente no processo de aprendizagem e comunicação.

O melhor desempenho na habilidade de ordenação temporal nos escolares do GC reflete a maior capacidade de identificação de estímulos organizados em uma sequência de eventos acústicos (BANAI; KRAUS, 2007). A identificação desta sequência implica no envolvimento de outras habilidades, sendo o reconhecimento do estímulo isolado, a discriminação diante outros e seu armazenamento por um curto período de tempo (MUSIEK, 1990; BALEN, 1997). Como consenso na literatura, esta habilidade exerce papel fundamental na percepção dos sons da fala e em sua segmentação, no aprendizado e na compreensão da linguagem, sendo pré-requisito para a aquisição de leitura e escrita (MACHADO et al., 2011; SOARES et al, 2013). Os escolares do GE, com desempenho aquém em ordenação temporal, são mais propensos a apresentar dificuldades nos aspectos citados acima em relação ao GC.

No que diz respeito à escuta dicótica verbal, o pior desempenho observado no GE caracteriza déficit na habilidade de figura-fundo, sendo a capacidade de reconhecer estímulos distintos que são apresentados simultaneamente em ambas às orelhas. Nesta situação de escuta, avalia-se a função hemisférica e a transferência inter-hemisférica de informação. Quando na identificação correta do estímulo acústico na orelha direita há integridade neurobiológica, em destros, incluindo-se a comunicação inter-hemisférica em nível de corpo caloso, enquanto quando alterada ambas as orelhas há sugestão de alteração no Hemisfério Esquerdo (KIMURA et al., 1967). Alterações nesta habilidade versam quanto a dificuldades para a percepção de estímulos relevantes frente a outros e em estruturar os sons selecionados de modo a serem ordenados em unidades com significado e diferenciados de outros estímulos sonoros, ocasionando distorção da experiência auditiva, de forma a repercutir em aspectos atencionais, comportamentais e de aprendizagem.

A dificuldade dos escolares diagnosticados com TPAC para a percepção de fala em condição monótica de baixa redundância refere-se ao pior desempenho na habilidade de fechamento auditivo em relação ao GC. Quando há dificuldades nesta habilidade existe uma falha nas redundâncias intrínsecas do SNAC, reduzindo ou eliminando a representação repetida do estímulo acústico (BELLIS, 1996). Em nível mais básico, esta interfere na capacidade de decodificar os aspectos fonêmicos da fala (MACHADO; VALLE; PAULA, 2011), deste modo, acomete o processo de comunicação, podendo promover prejuízos no aprendizado destes escolares. Em estudo anterior, evidenciou-se que em crianças com baixo desempenho escolar há pior percepção de fala quando em situações de escuta desfavoráveis (CARVALHO; NOVELLI; COLLELA- SANTOS, 2017).

Embora para o teste GIN, referente à habilidade de resolução temporal, os resultados tenham sido homogêneos entre os grupos, este achado não é concordante a literatura (PIRES et al., 2015). A habilidade em questão refere-se a menor duração de tempo em que identifica-se a presença de dois estímulos. Esta capacidade permite a detecção de mudanças temporais rápidas de um som a outro (PARTHASARATHY, 2005), necessária a discriminação dos diferentes fonemas que constituem a fala (BALAN, 1997). A distinção de alguns sons baseia-se no comprimento do intervalo de silêncio entre a consoante e a vogal, o processamento de informações rápidas da fala surge na dimensão dos 10 milissegundos, além do processamento das características prosódicas, na ordem de centenas de milissegundos (BANAI; KRAUS, 2007). Embora

não tenha havido diferenças significativas no desempenho dos grupos estudados, nenhum dos escolares do GC apresentou resultados alterados nesta habilidade. Enquanto no GE os valores máximos atingiram 10 ms, valor desfavorável a detecção de mudanças temporais rápidas na fala.

É necessária a compreensão de que a distinção entre os grupos para os mecanismos auditivos estudados não versam apenas quanto ao processamento da informação auditiva, mas sim a todos os processos que são dependentes e interdependentes a este. Desta forma, deve-se entender como cada uma das habilidades impacta as questões de vida diária pertinente à população infantil.

Processamento Fonológico

O processamento da informação auditiva apresenta influencia sobre o desenvolvimento linguístico, intelectual, cultural, cognitivo e social (ASHA, 2005). O processamento fonológico é uma das habilidades linguísticas inter-relacionadas ao PAC (ASHA, 1996). Devido a influencia deste no processo de alfabetização e consequentemente na aquisição da leitura e escrita, é necessário compreender como a condição do TPAC atua sobre esta habilidade.

Ao comparar as habilidades do processamento fonológico entre os grupos estudados, todas elas diferiram-se estatisticamente. O achado é consoante à literatura, uma vez que já estabelecida a relação do PAC com aspectos linguísticos (NEVES; SCHOCHAT, 2005; McARTHUR; ATKINSON; ELLIS, 2009; SHARMA; PURDY; KELLY, 2009; ILIADOU et al., 2009; WIEMES et al., 2012; STEINBRINK et al., 2014; MOURAD et al., 2015; VILELA et al., 2016; REZENDE; LEMOS; MADEIROS, 2016), incluindo as habilidades metalinguísticas que foram avaliadas neste estudo, constituintes do processamento fonológico.

Na condição do TPAC para a habilidade de CF, em nível silábico e fonêmico, a pontuação das tarefas foi inferior ao GC. Para a habilidade em questão, necessita-se que além da percepção auditiva, o escolar reflexione quanto aos aspectos fonológicos da língua. Para isto, é imprescindível o correto processamento sonoro, principalmente no que diz respeito aos mecanismos temporais e a capacidade de perceber a fala em condições desfavoráveis de escuta.

Estudos indicaram que a dificuldade nas tarefas de CF relaciona-se a inapropriada representação fonológica mental, ocasionada por alterações no mecanismo temporal auditivo (FROTA; PEREIRA, 2004; MACHADO; VALLE;

PAULA, 2011; PIRES; MOTA; PINHEIRO, 2015). A dificuldade nas habilidades auditivas temporais no GE torna os escolares mais propensos a apresentar alterações de CF, pois a percepção de pequenas variações no sinal acústico em curtos períodos de tempo está comprometida. O mecanismo temporal exerce papel na percepção dos traços suprasegmentais da fala, permitindo a identificação das pequenas variações dos estímulos sonoros, característicos da rápida transição das formantes, o que possibilita distinções segmentais, silábicas e de palavras na fala contínua, assim como, em seu armazenamento (PIRES; MOTA; PINHEIRO, 2015). O processo de reflexão dos aspectos fonológicos da língua é prejudicado quando há uma inadequada percepção das informações acústicas, como no GE.

Para a MTF a pontuação dos escolares do GC foi maior que a obtida no grupo com a presença do TPAC. Alguns autores verificaram que crianças diagnosticadas com TPAC apresentaram pior desempenho ao serem comparadas a crianças com adequado processamento da informação auditiva (MURPHY; TORRE; SCHOCHAT, 2013; PIRES; MOTA; PINHEIRO, 2015), assim como no presente estudo. Segundo Pereira (2004), indivíduos que apresentam o transtorno também possuem dificuldades quanto a MT, enfatizando sua influência sobre os testes comportamentais.

Através da MTF transforma-se estímulos perceptuais em códigos fonológicos que possuem propriedades acústicas, temporais e sequenciais de estímulos verbais (GATHERCOLE et al, 1999; GRANZOTTI et a., 2013). O PAC é responsável pela análise destas propriedades acústicas, por sua decodificação, pelo agrupamento dos padrões acústicos de forma natural e por sua estruturação ordenada em unidades com significado. Desta forma, compreende-se que a transformação de estímulos perceptuais em códigos fonológicos pela MTF estará prejudicada no GE, devido a presença do TPAC.

Os mesmos resultados foram obtidos em todos os subtestes da RAN, com melhor escore para o grupo de escolares com adequado processamento da informação auditiva. Com a RAN mensura-se a velocidade de processamento da informação por meio do tempo em que se nomeia determinada sequência de símbolos básicos (CARDOSO-MARTINS; PENNINGTON, 2001; ARAÚJO; FERREIRA; CIASCA, 2016). O acesso e ordenação rápida da informação fonológica ocorrem adequadamente quando estabelecida uma correta memória do componente fonêmico auditivo. O maior tempo para nomear a sequência de todas as subtarefas da RAN no GE, permite a inferência de que a dificuldade na análise e interpretação dos padrões

acústicos promove a construção de representações neurais auditivas instáveis, prejudicando o acesso a estas informações.

A caracterização dos escolares quanto ao desempenho no processamento fonológico contribui para o entendimento quanto ao grupo que foi constituído com a condição do TPAC. Este é fator essencial no estudo do PEALL, pois a não definição dos grupos de forma precisa e estrita foi apontada como uma problemática em estudos anteriores, devido à heterogeneidade desta patologia (TOMLIN et al., 2016).

Potencial evocado auditivo de longa latência – componente P1 e N1

Atualmente há o consenso na literatura que os PEAs são complementares a avaliação diagnóstica do TPAC (SHARMA et al., 2014), utilizado para verificar a sincronia neural das vias auditivas em nível de tronco encefálico e/ou cortical. A possibilidade do estudo objetivo da função auditiva pode contribuir para a ampliação dos conhecimentos de como este sistema processa os diferentes padrões acústicos, assim como, sobre a própria condição do TPAC. O PEA empregado no presente estudo destaca-se por suas componentes P1 e N1 serem exógenas, ou seja, formadas a partir das características acústicas do estímulo, sem a necessidade de participação do avaliado, quer como resposta motora e ou cognitiva. Sendo assim, sofrem pouco ou nenhuma influência dos aspectos cognitivos relacionados à atenção e memória (MOORE, 2006; STAVRINOS et al., 2018). A natureza exógena destas permitiu o uso dos estímulos de clique e da fala na investigação das bases neurais responsáveis pela detecção e processamento sonoro no SNAC na população com TPAC.

Identificação das componentes P1 e N1

A presença de P1 ocorreu em todos os escolares do GC para ambos os estímulos, resultados consoantes à literatura (CUNNINGHAM et al., 2000). O mesmo não ocorreu no GE, em que a P1 não foi identificada em todos os escolares, sendo que entre os dois estímulos houve maior frequência para fala em relação ao clique.

A componente P1 é vista como biomarcador do desenvolvimento do SNAC em função da idade, com diminuição das variáveis latência e amplitude (SILVA et al., 2017), na infância sua presença é considerada obrigatória (SHARMA et al., 1997; WUNDERLICH; CONE, 2006; SILVA et al., 2017). Sendo assim, a não identificação da P1 nos escolares do GE, tanto para o estímulo verbal como para o não verbal, pode ter ocorrido por déficits funcionais na entrada tálamo-cortical para estímulos sonoros.

Ainda, a maior ocorrência de P1 para o estímulo de fala em relação ao clique no GE, pode sugerir que mesmo diante de uma provável disfunção exista melhores respostas a estímulos verbais.

Quanto a componente N1, nenhum dos estímulos utilizados permitiu a identificação da componente em todos os escolares no GE. Para o GC, apenas o estímulo de fala promoveu a presença de N1 em 100% dos escolares. Estes resultados devem ser vistos em relação ao processo maturacional tardio da componente (KUMMER et al, 2007). Há a hipótese de que mudanças em redes estruturais e nas conexões intra e inter-hemisféricas poderiam contribuir para a geração da componente (NIE; LI; SHEN, 2013; MAKELA; McEVOY, 1996), ocorrendo por volta dos sete anos de idade.

A presença de N1 não é registrada em todos os grupos etários, na infância é variável e para adultos e idosos apresenta-se de forma consistente (CUNNINGHAN et al., 2000). A progressão maturacional ocorre durante a idade escolar, justificando a ausência de N1 em alguns dos escolares, visto que a nossa amostra referiu-se a idades a partir de sete anos. Para a população infantil, de quatro a oito anos não há evidências concretas de sua presença, dos seis aos oito anos identificam-na raramente, com aumento de 71% aos nove anos e 91% a partir desta idade (KUMMER et al., 2007).

É importante reforçar que a interpretação quanto à presença ou ausência da P1 e N1 na população infantil, deve ser pautada no período maturacional do SNAC (VENTURA et al, 2009). Neste sentido, deve-se ressaltar que embora observada certa variabilidade em relação à presença N1, esta deve ser atribuída ao desenvolvimento e maturação gradativa da componente. Contudo, a identificação ou não da P1, deve ser vista exclusivamente pela condição do grupo, uma vez que estes não apresentavam diferenças significativas de idade.

Comparação dos estímulos intra-grupo – clique *versus* fala

Na comparação de ambas as componentes entre os estímulos, para a variável latência, o estímulo de fala necessitou de maior tempo para ser processado quando comparado ao clique no GC, enquanto que para o GE não houve distinção entre os estímulos. Estes resultados devem ser discutidos frente a dois aspectos.

O primeiro versa quanto à complexidade da tarefa, uma vez que os estímulos verbais constituem tarefa de maior complexidade em comparação aos não verbais (OPPITZ et al., 2015), de modo a necessitar de maior tempo para seu processamento. O

segundo aspecto diz respeito às características acústicas do estímulo que podem promover prolongamento de latência (ALVARENGA et al., 2013), de acordo à duração e o tempo de decodificação deste (MATAS et al., 2015). No GE os resultados, em P1 e N1, são divergentes ao esperado ao comparar-se estímulos com complexidades distintas, pois não houve diferença no tempo necessário para o processamento destes. Não ocorrendo em conformidade a populações híbridas (SWINK;STUART, 2012; LUNARDELO; SIMÕES; ZANCHETTA, 2019, no prelo).

Quanto à variável amplitude, as características dos estímulos promoveram diferenças nas componentes de ambos os grupos. Para o GC, a componente P1 não diferiu-se entre estímulos, enquanto que a componente N1 foi superior para a fala, indicando que houve um maior número de neurônios envolvidos em resposta a este estímulo auditivo. Este mesmo estímulo promoveu maiores valores em ambas as componentes no GE. A distinção entre os estímulos para P1 no GE sugere que houve a necessidade de recrutamento de um maior número de neurônios para o processamento quando com o estímulo de fala. Para esta componente, P1, atribui-se o papel de representação sensorial da estimulação acústica em nível tálamo-cortical (SHARMA; DORMAN; SPAHR, 2002), com isto, não espera-se distinção entre os estímulos nesta variável para o mesmo grupo, assim como observado no GC.

Para a componente N1 ambos os grupos apresentaram maiores valores de amplitude para o estímulo de fala. A literatura atribui a N1 as funções iniciais de decodificação do estímulo, indicando sua atividade na percepção e discriminação de fala (OSTROFF; MARTIN; BOOTHROYD, 1998; KUMMER et al., 2007). Acredita-se que a maior amplitude encontrada para a fala seja decorrente da complexidade do estímulo, em que necessitou-se de um maior número de neurônios para decodificá-lo, em ambos os grupos deste estudo. Kummer et al. (2007) descreveram em seu trabalho a diferenciação nos traçados de N1 decorrente da estimulação com monossílabos e com ruído em crianças de nove anos de idade, confirmando o papel de discriminação da componente.

A ausência de diferença de latência entre os dois estímulos no GE, em ambas as componentes, assim como, as diferenças na amplitude de P1 com estímulo verbal, advertem quanto ao processamento divergente ao de populações controle, destacando as diferenças de processamento nesta condição.

Comparação dos estímulos inter-grupo – GC versus GE

A dificuldade de uma discussão comparativa nesta etapa deve-se a parcimônia de estudos que objetivaram a investigação da condição do TPAC por meio das componentes P1 e N1 (PURDY; KELLY; DAVIES., 2002; LIASES et al., 2003; SHARMA; PURDY; KELLY, 2014; TOMLIN; RANCE, 2016), ressaltamos que nenhum deles empregou diferentes estímulos sonoros. Os achados dos estudos anteriores são variáveis, entretanto em todos eles a população com TPAC diferencia-se da população com adequado processamento da informação acústica, em latência ou amplitude. Em nosso estudo, o estímulo clique promoveu latências prolongadas no GE frente ao GC para ambas as componentes, o mesmo ocorreu para a fala, porém sem diferenças estatísticas. Na amplitude, o estímulo de fala promoveu maiores valores em P1 no GE e em N1 no GC, sem diferenças entre os grupos para o clique.

As diferenças observadas entre os grupos constituídos no presente estudo permitem a comparação entre eles, bem como, considerações quanto a estas.

A diminuição da latência de P1 e o surgimento de N1 durante a infância refletem o processo de mielinização (PONTON et al., 2000), presente em toda a camada cortical até os seis anos de idade, com aumento durante a adolescência, permitindo maior rapidez na transmissão intra e inter-hemisférica (HALLETT; PROCTOR, 1996). A maturação tálamo-cortical apresenta curso similar ao das habilidades do processamento auditivo, em que entre os sete e nove anos de idade há significativo fortalecimento das conexões sinápticas (THATCHER, 1992), sendo período coincidente a mudanças nos mecanismos auditivos. Com isto, pode-se inferir que as componentes P1 e N1 representam uma medida do processo maturacional auditivo.

É possível que estas modificações típicas do desenvolvimento, que promovem as mudanças das componentes P1 e N1 durante a infância e fase escolar, não ocorram da mesma maneira na condição do TPAC. No presente estudo, observou-se que o processamento da informação acústica em nível tálamo-cortical difere-se entre os GC e GE. As diferenças ocorrem para as variáveis latência e amplitude, independente do estímulo. Em um estudo suscitou-se a hipótese de atraso neuromaturacional para a condição do transtorno, com maturação tardia do SNAC (TOMLIM ; RANCE, 2016). Estes afirmam que mesmo na presença de alterações do processamento da informação auditiva, as mudanças observadas durante o desenvolvimento são conformes ao curso normal, contudo, o atraso nesta evidencia a maturação tardia do SNAC (TOMLIM; RANCE, 2016).

O prolongamento de latência para os estímulos clique e fala nos escolares do GE frente ao GC, demonstram um processamento auditivo distinto para a população com TPAC. Este se refere ao aspecto de sincronia com que os neurônios carregam e decodificam a informação acústica, ou seja, ao aspecto temporal. As diferenças de amplitude, superiores em P1 no GE para a fala, evidenciam um maior número de neurônios recrutados para o processamento do estímulo verbal. Entretanto, observa-se que este achado não se estende a N1. A menor amplitude para N1 no GE certifica que não são recrutados neurônios suficientes para a decodificação inicial do estímulo. LIASES et al. (2003) sugeriram que as diferenças nos registros eletrofisiológicos, desta mesma componente, entre grupos com e sem TPAC, seria compatível com uma pior representação de fala em nível cortical no TPAC.

Estes resultados sugerem déficits ou dificuldades na atividade da via de entrada cortical a qual atribui-se o processo de estímulos sonoros, ou ainda, a presença de aspectos que acometem funcionalmente o SNAC, prejudicando a representação acústica. Estes achados respaldam a importância quanto ao uso de estímulos verbais na investigação das bases neurais responsáveis pela detecção e discriminação inicial em nível cortical (KUMMER et al., 2007).

À vista das diferenças encontradas e discutidas acima, pode-se inferir que as componentes P1 e N1 representam uma medida do processo maturacional auditivo, bem como, do desenvolvimento do PAC. Desta forma, confirma-se a aplicabilidade das componentes com fins de diferenciar a população com TPAC, principalmente quando empregado o estímulo de fala, contribuindo substancialmente para o campo de estudo que aborda as avaliações objetivas nesta condição.

Considerações Finais

É necessário o entendimento que há desafios na busca por um marcador eletrofisiológico para a presença do TPAC. A heterogeneidade desta condição, principalmente no que diz respeito à etiologia e a fatores comorbidos, torna a busca mais difícil. O presente estudo evidencia a existência de diferença para o processamento de estímulos acústicos verbais e não verbais na população escolar com TPAC.

Ainda não é conhecida a estrutura da via auditiva ou o momento do processamento em que se iniciam as diferenças encontradas. Todavia os resultados aqui apresentados demonstram que estas começam antes mesmo da diferenciação de

estímulos verbais e não verbais, bem como, das características específicas da fala. A representação sensorial e a decodificação inicial do estímulo sonoro estão comprometidas no TPAC, evidenciadas pelo prolongamento da latência de P1 e N1, respectivamente. Assim como, a maior ativação neuronal para a representação sensorial, demonstrando o esforço exigido para esta atividade e a insuficiente atividade neural para a decodificação sonora.

O atraso maturacional foi sugerido no TPAC, com rota das componentes dentro do esperado em relação ao desenvolvimento, com diminuição da latência e amplitude, porém em ritmo diferente (TOMLIM; RANCE, 2016). As diferenças encontradas são apontadas como representantes da pior representação da fala em nível cortical (LIASES et al., 2003).

Ainda, é importante a reflexão da influencia dos déficits no processamento da informação auditiva em relação aos aspectos de linguagem. A presente pesquisa também reforça o impacto do TPAC nas habilidades do processamento fonológico, e consequentemente, na comunicação e aprendizagem.

A caracterização e comparação da P1 e N1 para estímulos de diferente complexidade permite inferir em seu uso como medidas para diferenciar a população com TPAC. Não é possível afirmar que estas componentes sejam marcadores para a presença do transtorno, mas podem auxiliar em seu diagnóstico. Podendo complementar e contribuir em casos em que não é possível a realização da avaliação comportamental, propiciando a identificação de diferenças sem o influencia de outros aspectos cognitivos.

CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

Na condição do TPAC o processamento da informação auditiva, registrado por meio das componentes P1 e N1 do PEALL, apresenta diferenças ao ser comparadas a populações sem esta condição.

Os resultados encontrados neste estudo concluem que:

- Escolares com TPAC apresentam desempenho inferior para as habilidades de ordenação temporal, figura-fundo verbal e fechamento auditivo;
- A população com TPAC apresenta desempenho inferior nas habilidades do Processamento Fonológico, na CF, MTF e RAN;
- A presença da componente P1 não foi registrada em todos os escolares com TPAC, contrário a crianças com adequado processamento da informação auditiva. A identificação da componente N1 não ocorreu em todas as crianças, de ambos os grupos;
- Na condição do TPAC, para P1 e N1, não há diferenças nos valores de latência entre os estímulos clique e fala. Nos escolares sem TPAC, para ambas as componentes, o estímulo de fala promoveu maiores valores de latência;
- A amplitude de P1 e N1 apresentou maiores valores para o estímulo de fala nas crianças com TPAC. Nos escolares sem o TPAC, a componente P1 não apresentou diferenças entre os estímulos, e a N1 apresentou maiores valores para a fala;
- Os escolares com TPAC apresentam latência de P1 e N1 prolongada para o estímulo clique em relação aos escolares sem esta condição. Para o estímulo de fala a latência das componentes não diferiram-se entre os grupos em nenhum dos estímulos;
- A amplitude da componente P1 para o estímulo de fala foi maior em escolares com TPAC, contrário a N1, que foi maior nos escolares sem TPAC. Para o estímulo clique os grupos não se diferem.

-----*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, A.U.; AHMED, A.A.; BATH, J.R.; FERGUSON, M.A.; PLACK, C.J.; MOORE, D.R. Assessment of children with suspected auditory processing disorder: a factor analysis study. **Ear Hear**, v.35, n.3, p.295-305, 2014.

ALVARENGA, K.F.; VICENTE, L.C.; LOPES, R.C.F.; SILVA, R.A.; BANHARA, M.R.; LOPES, A.C. et al. Influência dos contrastes de fala nos potenciais evocados auditivos corticais. **Braz J Otorhinolaryngol**, v.79, n.3, p.336-41, 2013.

AMARAL, M.I.R.; COLELLA-SANTOS, M.F. Resolução temporal: desempenho de escolares no teste GIN - Gaps-in-noise. **Braz. j. otorhinolaryngol**, v.76, n.6, p.745-752, 2010.

AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY (AAA). **Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder [Guideline]. 2010.** Disponível em: <http://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%2082010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf>. Acesso em 24 jul 2019.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development: Central Auditory Current Status of Research and Implications for Clinical Practice. **Journal of the American Academy of Audiology**, v.5, p.41-54, 1997

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (ASHA). **(Central) Auditory Processing Disorders [Technical Report]. 2005.** Disponível em: <<https://www.asha.org/policy/tr2005-00043/>>. Acesso em 24 jul 2019.

ANGELINI, A.L.; ALVES, I.C.A.; CUSTÓDIO, E.M.; DUARTE, W.F.; DUARTE, J.L.M. **Manual das matrizes progressivas de Raven.** São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 1999.

ARAÚJO, G.F.S.; FERREIRA, T.L.; CIASCA, S.M. Nomeação Automática Rápida em escolares de 6 e 7 anos. **Rev. CEFAC**, v. 18, n.2, p. 392-6, 2016.

AUDITEC. **Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence.** Missouri, 1997.

AVILA, C.R.B. Consciência fonológica. In: FERREIRA, L.P., BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.C.O (Org.). **Tratado de Fonoaudiologia.** São Paulo: Editora Roca, 2004. Cap. 64, p.815-24.

BALEN, S. **Processamento Auditivo Central: Aspectos Temporais da audição e percepção acústica da fala.** 1997. 192 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 1997.

BALEN, S.A. **Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos.** 2001. 175 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

BAMIOU, D.E.; MUSIEK, F.E.; LUXON, L.M. A etiology and clinical presentations of auditory processing disorders-a review. **Arch Dis Child**, v. 85, n. 5, p. 361-65, 2001.

BANAI, K; KRAUS, N. Neurobiology of (Central) Auditory Processing Disorder and Language - Based Learning Disability. In: MUSIEK, F; CHERMAK, G. (Org.). **Handbook of (Central) Auditory Processing Disorder. Auditory NeuroScience and Diagnosis**. San Diego: Plural Publishing, 2007, p.89-116.

BARROZO, T.F.; PAGAN-NEVES, L.O.; VILELA, N.; CARVALLO, R.M.M.; WERTZNER, H.F. The influence of (central) auditory processing disorder in speech sound disorders. **Braz J Otorhinolaryngol**, São Paulo, v. 82, n.1, p. 56-64, 2016.

BELLIS, T.J. Developing deficit-specific intervention plans for individuals with auditory processing disorders. **Seminars in Hearing**, v.23, n.4, p.287-95, 2002

BELLIS, T.J. **Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice**. 2 ed. San Diego, USA: Singular Publishing Group, 2003.

BOGOSSIAN, M.A.D.S.; SANTOS, M.J. Memória seqüencial auditiva: subteste 5. In: _____. **Teste Illinois de habilidades psicolingüísticas** (adaptação brasileira). Florianópolis: Tamasa. 1997, p. 20/61-7.

BORGES. C.F.; SCHOCHAT, E. Fatores de risco para o transtorno do processamento auditivo. **R. T. Desenv.**, v.14, n.80-81, p. 83-8, 2005.

BROCKI, K.C.; BOHLIN, G. Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. **Dev Neuropsychol.**, v.26, n.2, p.571-93, 2004.

BRITISH SOCIETY OF AUDIOLOGY (BSA). **Practive Guidance: An overview of current management of auditory processing disorder (APD)**. 2011. Disponível em: <<https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2011/04/Current-APD-Management-2.pdf>>. Acesso em 21 mai 2015.

BRUNO, R.S.; OPPITZ, S.J.; GARCIA, M.V.; BIAGGIO, E.P.V. Potencial evocado auditivo de longa latência: diferenças na forma de contagem do estímulo raro. **Rev. CEFAC [online]**, v.18, n.1, p.14-26, 2016.

CARVALHO, N.G.; NOVELLI, C.V.L.; COLLELA-SANTOS, M.F. Evaluation of speech in noise abilities in school children. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, v.99, p.66-72, 2017.

CARDOSO-MARTINS, C.;PENNINGTON, B.F. Qual é a contribuição da nomeação seriada rápida para a habilidade de leitura e escrita? Evidência de crianças e adolescentes com e sem dificuldade de leitura. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.14, n.2, p.387-97, 2001.

CAVALCANTI, H.G.; BALEN, S.A. Potencial evocado auditivo de longa latência com estímulos da fala na população infantil. In: MENEZES, P.L (Org.). **Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia**. São Paulo: BookToy, 2018. p.152.

CHERMAK, G.D; MUSIEK, F. E. **Central auditory processing disorders: new perspectives**. 1.ed. Califórnia: Singular, 1997.

CHERMAK, G.D.; BAMIOU, E.D.; ILIADOU, V.; MUSIEK, F.E. Practical guidelines to minimise language and cognitive confounds in the diagnosis of CAPD: a brief tutorial. **International Journal of Audiology**, v.56, n.7, p.493-500, 2017.

CHIAPPA, K.H. **Evoked Potentials in clinical medicine**. 3.ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997.

COSTA, L.P.; PEREIRA, L.D.; SANTOS, M.F.C. Auditory fusion test in scholars. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica, Barueri**, v.16, n.2, p.187-96, 2004.

CUNNINGHAM, J.; NICOL, T.; ZECKER, S.; KRAUS, N. Speech-Evoked Neurophysiologic Responses in Children with Learning Problems: Development and Behavioral Correlates of Perception. **Ear Hear**, v.21, n.6, p.554-68, 2000.

DAWES, P.; BISHOP, D.V.; SIRIMANNA, T.; BAMIOU, D.E. Profile and aetiology of children diagnosed with auditory processing disorder (APD). **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v.72, n.4, p.483-489, 2008.

DeBONIS, D.A. It Is Time to Rethink Central Auditory Processing Disorder Protocols for School-Aged Children. **American Journal of Audiology**, v.24, n.2, p.124-36, 2015.

FRIDLIN, S.L.; PEREIRA, L.D.; PEREZ, A.P. Relação entre dados coletados na anamnese e distúrbio do processamento auditivo. **Rev. CEFAC**, v.16, n.2, p.405-12, 2014.

FROTA, S.; PEREIRA, L.D. Processos temporais em crianças com déficit de consciência fonológica. **Revista Iberoamericana Educacional**, v.33, n.9, p.1-9, 2004.

FROTA, S. Avaliação do processamento auditivo: testes comportamentais. In: BEVILACQUA, M.C.; PUPO, A.; BALEN, S.; MARTINEZ, A.; REIS, A.C.M.; FROTA, S (Org.). **Tratado de audiologia**. 1.ed. São Paulo: Editora Santos; 2011. p.293-313.

EGGERMONT, J.J.; PONTON, C.W. Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. **Acta Otolaryngol**, v. 123, n.2, p. 249-52, 2003.

GATHERCOLE, S.E.; SERVICE, E.; HITCH, G.J.; ADAMS, A.M.; MARTIN, A.J. Phonological short-term memory and vocabulary development: Further evidence on the nature of the relationship. **Applied Cogn. Psychol.**, v.13, n.1, p.65-77, 1999.

GEFFNER, D. Central Auditory Processing Disorders: definition, description and

behaviors. In: GEFNER, D; ROSS-SWAIN, D (Org.). **Auditory Processing Disorders: assessment, management and treatment**. San Diego: Plural Publishing, 2013.p. 59-90.

GRANZOTTI-GUEDES, R.B.; FURLAN, S.A.; DOMENIS, D.R.; FUKUDA, M.T.H. Memória de trabalho fonológica e consciência fonológica em crianças com dificuldade de aprendizagem. **Distúrb Comun**, v.25, n.2, p.241-52, 2013.

GUENTHER, F.H. Cortical interaction underlying the production of speech sounds. **J Commun Dis**, v. 39, n.5, p. 350-65, 2006.

GYLDENKAERNE, P.; DILLON, H.; SHARMA, M.; PURDY, S.C. Attend to this: the relationship between auditory processing disorders and attention deficits. **J Am Acad Audiol**, v.25, n.7, p. 676-87, 2014.

HALLETT, T.; PROCTOR, A. Maturation of the central nervous system as related to communication and cognitive development. **Infants Young Child**, v.8, n.4, p.1-15, 1996.

HOWE, A.E.; ARNELL, K.M.; KLEIN, R.M.; JOANISSE, M.F.; TANNOCK, R. The ABCs of computerized naming: equivalency, reliability, and predictive validity of a computerized rapid automatized naming (RAN) task. **J Neuroscie Methods**, v.151, n.1, p. 30-7, 2006.

ILIADOU, V.; BAMIOU, D.E.; KAPRINIS, S.; KANDYLIS, D.; KAPRINIS, G. Auditory Processing Disorders in children suspected of Learning Disabilities-a need for screening? **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v.73, n.7, p. 1029-34, 2009.

ISMAIL, N.; SALLAM, Y.; BEHERY, R.; BOGHDADY, A.A. Cortical auditory evoked potentials in children who stutter. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol.**, v.97, p.93-101, 2017.

JANG, J.H.; JANG, H.K.; KIM, S.E.; OH, S.H.; CHANG, S.O.; LEE, J.H. Analysis of P1 latency in normal hearing and profound sensorineural hearing loss. **Clin Exp Otorhinolaryng**, v.3, n.4, p. 194-8, 2010.

JERGER, J. Clinical experience with impedance audiometry. **Arch Otolaryngol**, v.94, n. 4, p. 311-24, 1970.

JERGER, J.; JERGER, S.; MAULDIN, L. Studies impedance audiometry. Normal and sensorineural ears. **Arch Otolaryngol**, v.96, n.6, p.513-23, 1972.

JIRSA, R.E. The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory disorders. **J Speech Lang Hear Res**, v. 35, n.4, p. 903-12, 1992.

JUNQUEIRA, C.A.O.; FRIZZO, A.C.F. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: AQUINO, A.M.C.M (Org). **Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica**. São Paulo: Lovise, 2002. p.63-85.

- KEY, A.P. Human auditory processing: insights from Cortical Event-related Potentials. **AIMS Neuroscience**, v.3, n.2, p.141-62, 2016.
- KIMURA, D. Functional Asymmetry of the Brain in Dichotic Listening. **Cortex**, v.3, n.2, p.163-78, 1967.
- KORAVAND, A.; JUNTRAS, B.; LASSONDE, M. Abnormalities in cortical auditory responses in children with central auditory processing disorder. **Neuroscience**, v.346, p.135-48, 2017.
- KRAL, A.; EGGERMONT, J.J. What's to lose and what's to learn: Development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity. **Brain Research Rev**, v. 56. n. 1, p. 259-69, 2007.
- KUMMER, P.; BURGER, M.; SCHUSTER, M.; ROSANOWSKI, F.; EYSHOLDT, U.; HOPPE, U. Cortical auditory evoked potentials to acoustic changes in speech stimuli in children. **Folia PhoniatrLogop**, v.59, n.5, p. 273-80, 2007.
- LEITE, R.A.; MAGLIARO, F.C.L.; RAIMUNDO, J.C.; BENTO, R.F.; MATAS, C.G. Monitoring auditory cortical plasticity in hearing aid users with long latency auditory evoked potentials: a longitudinal study. **Clinics**, v.19, n.73, p.1-11, 2018.
- LIASIS, A.; BAMIOU, D.E.; CAMPBELL, P.; SIRIMANA, T.; BOYD, S.; TOWELL, A. Auditory event-related potentials in the assessment of auditory processing disorders: a pilot study. **Neuropediatrics**, v.34, n.1, p.23-9, 2003.
- LUNARDELO, P.P.; OLIVEIRA, H.S.; ZANCHETTA, S. Differences and similarities in the long-latency auditory evoked potential recording of P1-N1 for different sound stimuli. **Rev. CEFAC**. No prelo.
- LUZ, D.M.; COSTA-FERREIRA, M.I.D. Identificação dos fatores de risco para o transtorno do processamento auditivo (central). **Rev CEFAC**, v.13, n.4, p.657-67, 2011.
- MACHADO, C.S.; VALLE, H.L.B.S.; PAULA, K.M.; LIM, S.S. Caracterização do processamento auditivo das crianças com distúrbio de leitura e escrita de 8 a 12 anos em tratamento no centro clínico de fonoaudiologia da pontifícia universidade católica de minas gerais. **Rev. CEFAC**, v.13, n.3, p.504-12, 2011.
- MAKELA, J. P.; McEVOY, L. Auditory evoked fields to illusory sound source movements. **Experimental Brain Research**, v.110, n.3, p.446-54, 1996.
- MATAS, C.G.; MAGLIARO, F.C.L. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. In: BEVILACQUA, M.C.; MARTINEZ M.A.N.; BALEN, S.A.; PUPO, A.C.; REIS, A.C.M.B.; FROTA, S (Org.). **Tratado de Audiologia**. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda, 2011. p. 181-95
- MATAS, C.G.; SILVA, F.B.L.; CARRICO, B.; LEITE, R.A.; MAGLIARO, F.C.L. Potencial evocado auditivo de longa latência em campo sonoro em crianças

audiologicamente normais. **Audiol Commun Res**, v.20, n.4, p.305-12, 2015.

MASLP, C.; MAUD, H.K.S. Central auditory processing disorder (CAPD) in school going children. **Otolaryngol Open J**, v.SE, n.1, p.15-9, 2017.

MASSA, C.G.P.; RABELO, C.M.; MATAS, C.G.; SCHOCHAT, E.; SAMELI, A.G. P300 com estímulo verbal e não verbal em adultos normo-ouvintes. **Braz. J. Otorhinolaryngol**, v.77, n.6, p.686-90, 2011.

McARTHUR G, ATKINSON C, ELLIS D. Atypical brain responses to sounds in children with specific language and reading impairments. **Dev Sci**, v.12, n.5, p.768-83, 2009.

MENEZES, A.A.V.B. Processamento Auditivo em crianças com Transtorno de Aprendizagem e Dislexia. 2017. 80f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2017.

MOMENSOHN-SANTOS, T.M.; DIAS, A.N.M.; ASSAYAG, F.H.M. Processamento auditivo. In: MOMENSOHN-SANTOS, T.M.; RUSSO, I.C.P. (Org.). **Prática da Audiologia Clínica**. São Paulo: Cortez; 2007. p.275-90.

MOOJEN, S.; LAMPRECHT, R.; SANTOS, R.M.; FREITAS, G.M.; BRODACZ, R.; SIQUEIRA, M.; COSTA, A.C.; GUARDA, E. **Consciência Fonológica: instrumento de avaliação sequencial (CONFIAS)**. 1.ed. Casa do Psicólogo, 2003.

MOORE, D.R. Auditory processing disorder (APD): definition, diagnosis, neural basis, and intervention. **Audiol Med**, v.4, n.1, p. 4-11, 2006.

MOURAD, M.; HASSAN, M.; EL-BANNA, M.; ASAL, S.; HAMZA, Y. Screening for auditory processing performance in primary school children. **J Am Acad Audiol**, v.26, n.1, p. 355-69, 2015.

MURPHY, C.F.B.; LA TORRE, R.; SCHOCHAT, E. Associação entre habilidades top-down e testes de processamento auditivo. **Braz. J. Otorhinolaryngol**, v.79, n.6, p.753-59, 2013

MUSIEK, F.E.; GOLLEGLY, K.M. Maturational considerations in the neuroauditory evaluation of children. In: BESS, H. (Org.) **Hearing impairment in children**. Maryland: York Press, 1988. p. 231-50.

MUSIEK, F.E.; GOLLEGLY, K.M.; LAMB, L.E.; LAMB, P. Selected issues in screening for central auditory processing dysfunction. **Seminars in Hearing**, v.11, n.4, p. 372-84, 1990.

MUSIEK, F. Frequency (pitch) and duration patterns tests. **J Am Acad Audiol**, v.5, n.4, p. 265-68, 1994.

MUSIEK, F.; OXHOLM, V. B. Anatomy and physiology of the central auditory nervous system: a clinical perspective. In: ROESER, R.J.; VALENTE, M.; HOSFORD-DUNN, H (Org.). **Audiology: diagnosis**. New York: Thieme, 2000, p. 45-72

MUSIEK, F.E; CHERMAK, G.D. **Handbook of Central Auditory Processing Disorder**. 2. ed. San Diego: Plural Publishing, 2014.

NASCIMENTO, M.S.R.; SOARES-MENDONÇA, E.B.; LEAL, M.C.; MUNIZ, L.F.; DINIZ, A.S. Potencial evocado auditivo de longa latência (P300) em adolescentes. **Distúrb Comun**, v.29, n.2, p.309-17, 2017.

NEVES, I.F.; SCHOCHAT, E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v.17, n.3, p.311-20, 2005.

NIE, J.; LI, G.; SHEN, D. Development of cortical anatomical properties from early childhood to early adulthood. **Neuroimage**, v.1, n.76, p. 216–24, 2013.

NUNES, C. **Processamento Auditivo: Conhecer, Avaliar e Intervir**. 1.ed. Lisboa: Papa-Letras, 2015.

OPPITZ, S.J.; DIDONÉ, D.D.; SILVA, M.G.; FOLGERIANI, J. Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli. **Braz J Otorhinolaryngol**, v.81, n.6, p.647-52, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Grades of hearing impairment**. 2014. Disponível em: <http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/> acesso em 14 abr 2017.

OSTROFF, J.M.; MARTIN, B.A.; BOOTHROYD, A. Cortical evoked response to acoustic change within a syllable. **Ear Hear**, v.19, n.4, p.290-7, 1998.

PARTHASARATHY, T.K. An introduction to Auditory Processing Disorders in Children. 1.ed. Routledge 2005

PELITERO, T.M.; MANFREDI, A.K.S.; SCHNECK, A.P.C. Avaliação das habilidades auditivas em crianças com alterações de aprendizagem. **Rev. CEFAC**, v.12, n.4, p.662-70, 2010.

PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. 1.ed. São Paulo: Lovise, 1997.

PEREIRA, L.D. Sistema auditivo e desenvolvimento das habilidades auditivas. In: FERREIRA, L.P. (Org.). **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca; 2004. p. 547-52. (maturação e experiência auditiva para o SNAC).

PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo. 2.ed. São Paulo: Pró-Fono, 2011.

PFEIFFER, M.; FROTA, S. Processamento auditivo e potenciais evocados auditivos de tronco cerebral (BERA). **Rev. Cefac**. v.11, n.1, p.31-7, 2009.

PINHEIRO, M.M.C.; PEREIRA, L.D. Processamento auditivo em idosos: estudo da

interação por meio de testes com estímulos verbais e não-verbais. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v.70, n.2, p.209-14, 2004.

PIRES, M.M.; MOTA, M.B.; PINHEIRO, M.M.C. Os sistemas de memória de crianças portadoras do distúrbio do processamento auditivo (central). **CoDAS**, v.27, n.4, p.326-32, 2015.

PONTON, C.W.; EGGERMONT, J.J.; KWONG, B.; DON, M. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. **Clinical Neurophysiol**, v.111, n.2, p.220-36, 2000.

PURDY, S.C.; KELLY, A.S.; DAVIES, M.G. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. **J Am Acad Audiol**, v.13, n.7, p.367-82, 2002.

PRAKASH, H.; ABRAHAM, A.; RAJASHEKAR, B.; YERRAGUNTLA, K. The effect of intensity on the Speech Evoked Auditory Late Latency Response in Normal Hearing Individuals. **J Int Adv Otol**, v.12, n.1, p. 67-71, 2016.

PRANDO, M.L.; PAWLOWSKI, J.; FACHEL, J.J.G.; MISORELLI, M.I.L.; FONSECA, R.P. Relação entre habilidades de processamento auditivo e funções neuropsicológicas em adolescentes. **Rev. CEFAC [online]**, v.12, n.4, p.646-61, 2010.

RAVEN, J. **Teste das matrizes progressivas escala geral** – manual. 3.ed. Rio de Janeiro: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia, 2002.

REGAÇONE, S.F.; GUÇÃO, A.C.B.; GIACHETI, C.M.; ROMERO, A.C.L.; FRIZZO, A.C.F. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. **Audiol Commun Res.**, v.19, n.1, p.13-8, 2014.

REZENDE, B.A.; LEMOS, A.M.; MEDEIROS, A.M. Temporal auditory aspects in children with poor school performance and associated factors. **CoDAS [online]**, v.28, n.3, p.226-33, 2016.

RIBAS, A.; ROSA, M.R.D.; KLAGENBERG, K. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. **Rev. psicopedag.**, v.24, n.73, p.2-8, 2007.

SANFINS, M.D. **Avaliação eletrofisiológica com sons verbais e não verbais em crianças com histórico de otite média**. 2017. 117f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

SANTOS, M.F.C; PEREIRA, L.D. Escuta com dígitos. In: PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. (Org.). **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise; 1997. p. 147-50.

SANTOS, T.S.; MANCINI, P.C.; SANCIO, L.P.; CASTRO, A.R.; LABANCA, L.; RESENDE, L.M. Findings in behavioral and electrophysiological assessment of

auditory processing. **Audiol Commun Res**, v. 20, n.3, p. 225-32, 2015.

SCHOCHAT, E.; MUSIEK, F.E. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. **J. Communication Disorders**. v. 39, n. 1, p. 78-92, 2006.

SHARMA A, KRAUS N, MCGEE TJ, NICOL TG. Developmental changes in P1 and N1 central auditory responses elicited by consonant-vowel syllables. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v.104, n.6, p.540-5, 1997.

SHARMA, A.; DORMAN, M.F.; SPAHR, J. Rapid Development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. **Neuroreport**, v.13, n.10, p.1365-8, 2002.

SHARMA, A.; DORMAN, M.F.; SPAHR, A.J. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. **Ear Hear**, v.23, n.6, p.532-9, 2002.

SHARMA, A.; GILLEY, P.M.; MARTIN, K.; ROLAND, P.; BAUER, P.; DORMAN, M. Simultaneous versus sequential bilateral implantation in young children: effects on central auditory system development and plasticity. **Audiol Med**, v.5, n.4, p.218-23, 2007.

SHARMA, M.; PURDY, S.C.; KELLY, A.S. Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. **J Speech Lang Hear Res**, v.52, n.3, p.706-22, 2009.

SHARMA, A.; MARTIN, K.; ROLAND, P.; BAUER, P.; SWEENEY, M.H.; GILLEY, P.; DORMAN, M. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. **J Am Acad Audiol**, v.16, n.8, p.564-73, 2005.

SHARMA, M.; PURDY, S.C.; NEWALL, P.; WHELDALL, K.; BEAMAN, R.; DILLON, H. Electrophysiological and behavioural evidence of auditory processing disorders in children with reading disorders. **Clin Neurophysiol**, v. 117, n.5, p. 1130-44, 2006.

SHARMA, M.; PURDY, S.C.; KEELY, A.S. The contribution of speech-evoked cortical auditory evoked potentials to the diagnosis and measurement of intervention outcomes in children with auditory processing disorder. **Seminars in Hearing**, v.35, n.1, p.51-64, 2014.

SHARMA, A.; CAMPBELL, J.; CARDON, G. Developmental and cross-modal plasticity in deafness: Evidence from the P1 and N1 event related potentials in cochlear implanted children. **Int J Psychophysiol**, v.95, n.2, p.135-44, 2015.

SILVA, L.A.F.; MAGLIARO, F.C.L.; CARVALHO, A.C.M.; MATAS, C.G. Maturação dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças ouvintes: revisão sistemática. **CoDAS**, v.29, n.3, e20160107, 2017.

SMITH, A. Development of neural control of orofacial movements for speech. In: HARDCASTLE, W.J.; LAVER, J.; GIBBON, F.E. **The handbook of phonetic sciences**, New York: Blackwell Publishing Ltd, 2010.

SOARES, A.J.C.; SANCHES, S.G.G.; ALVES, D.C.; CARVALLO, R.M.M.; CÁRNIO, M.S. Processamento temporal e consciência fonológica nas alterações de leitura e escrita: dados preliminares. **CoDAS**, v.25, n.2, p.188-90, 2013

SOUZA, M.A.; PASSAGLIO, N.J.S.; LEMOS, S.M.A. Alterações de linguagem e processamento auditivo: revisão de literatura. **Rev CEFAC**, v.18, n.2, 513-9, 2016.

STAVRINOS, G.; ILIDIOU, V.M.; EDWARDS, L.; SIRIMANNA, T.; BAMIOU, D.E. The Relationship between Types of Attention and Auditory Processing Skills: Reconsidering Auditory Processing Disorder Diagnosis. **Front Psychol**, v.9, n.34, eCollection, 2018.

STEINBRINK, C.; ZIMMER, K.; LACHMANN, T.; DIRICHS, M.; KAMMER, T. Development of rapid temporal processing and its impact on literacy skills in primary school children. **Child Dev.**, v.85, n.4, p.1711-26, 2014.

SUSSMAN, E.; STEINSCHNEIDER, M.; GUMENYUK, V.; GRUSHKO, J.; LAWSON, K. The maturation of human evoked brain potentials to sounds presented at different stimulus rates. **Hear Res.**, v.236, n.1-2, p.61-79, 2008.

SWINK, S.; STUART, A. Auditory long latency responses to tonal and speech stimuli. **J Speech Lang Hear Res**, n.2, v.55, p. 447-59, 2012.

TERTO, S.S.M.; LEMOS, S.M.A. Aspectos temporais auditivos: produção de conhecimento em quatro prioódicos nacionais. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 5, p. 926-36, 2011.

THATCHER, R.W. Cyclic cortical reorganization during early childhood. **Brain Cogn**,v.20, n.1, 24-50, 1992.

TOMLIN, D.; RANCE, G. Maturation of the central auditory nervous system in children with auditory processing disorder. **Semin Hear**, v. 37, n.1, p. 74-83, 2016.

TYLER, A.A.; FIGURSKI, G.R.; LANGSDALE, T.J. Relationships between acoustically determined knowledge of stop place and voicing contrasts and phonological treatment progress. **J Speech Hear Res**, v. 36, n.4, p. 746-59, 1993.

VENTURA, L.M.P.; ALVARENGA, K.F.; COSTA-FILHO, O.A. Protocolo para captação dos potenciais evocados auditivos de longa latência. **Braz J Otorhinolaryngol**, v.75, n.6, p.879-83, 2009

VILELA, N.; BARROZO, T.F.; PAGAN-NEVES, L.O.; SANCHES, S.G.G.; WERTZNER, H.F.; CARVALLO, R.M.M. The influence of (central) auditory processing disorder on the severity of speech-sound disorders in children. **Clinics**, v.71, n.2, p.62-8, 2016.

VILLA, P.C.; ZANCHETTA, S. Auditory temporal abilities in children with history of recurrent otitis media in the first years of life and persistent in preschool and school ages. *CoDAS*, v. 26, n.6, p. 494-502, 2014.

WEIHING, J.; SCHOCHAT, E.; MUSIEK, F. Ear and electrode effects reduce within-group variability in middle latency response amplitude measures. *Int J Audiol*, v.51, n.5, p. 405-12, 2012.

WIEMES, G.R.M.; KOZLOWSKI, L.; MOCELLIN, M.; HAMERSCHMIDT, R.; SCHUCH, L.H. Cognitive evoked potentials and central auditory processing in children with reading and writing disorders. *Braz J Otorhinolaryngol.*, v.18, n.3, p.91-7, 2012.

WILSON, W.J; ARNOTT.W.; HENNING. C. A systematic review of electrophysiological out comes following auditory training in school-age children with auditory processing deficits. *Int J Audiol*, v.52, n.11, p.721-30, 2013.

WUNDERLICH, J.L.; CONE-WESSON, B.K. Maturation of CAEP in infants and children: a review. *Hear Res.*, v.212, n.1-2, p.212-23, 2006.

ANEXO A – Comprovante da Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.



**Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Comitê de Ética em Pesquisa**

Campus de Ribeirão Preto

Of.CETP/FFCLRP-USP/028-dgfs.

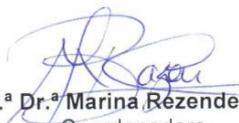
Ribeirão Preto, 27 de abril de 2018.

Prezado(a) Pesquisador(a),

Comunicamos a V. Sa. que o projeto de pesquisa intitulado “**Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em escolares com Transtorno do Processamento Auditivo Central**” foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, em sua 177ª Reunião Ordinária, realizada em 26.04.2018, e enquadrado na categoria: **APROVADO** (CAAE nº 79030417.1.0000.5407).

Solicitamos que eventuais modificações ou emendas ao projeto de pesquisa sejam apresentadas ao CEP, de forma sucinta, identificando a parte do projeto a ser modificada e suas justificativas. De acordo com a Resolução nº466 de 12/12/2012, devem ser entregues relatórios semestrais e, ao término do estudo, um relatório final sempre via Plataforma Brasil.

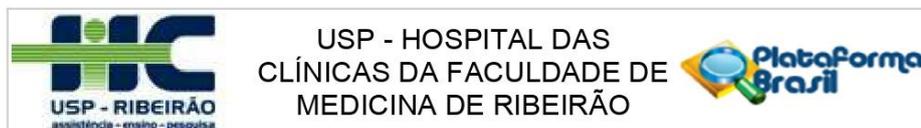
Atenciosamente,


Prof.ª Dr.ª Marina Rezende Bazon
Coordenadora

Ao(À) Senhor(a)
Pamela Papile Lunardelo da Silva
Programa de Pós-graduação em Psicobiologia da FFCLRP-USP

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP USP
Fone: (16) 3315-4811 Avenida Bandeirantes, 3900 - bloco 01 da Administração - sala 07
14040-901 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Homepage: <http://www.ffclrp.usp.br> - e-mail: coetp@ffclrp.usp.br

ANEXO B - Comprovante da Aprovação do Comitê de Ética da Instituição Coparticipante



Continuação do Parecer: 2.638.366

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O CEP concorda com o parecer da instituição proponente e aprova o HCFMRP-USP como coparticipante da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

“O CEP do HC e da FMRP-USP concorda com o parecer ético emitido pelo CEP da Instituição Proponente, que cumpre as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Diante disso, o HCFMRP-USP, como instituição co-participante do referido projeto de pesquisa, está ciente de suas co-responsabilidades e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos desta pesquisa, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar”.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisa_Pamela.pdf	16/03/2018 15:03:51	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito
Outros	Carta_Resposta_CEP.pdf	16/03/2018 15:01:07	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_controle.pdf	16/03/2018 15:00:34	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_experimental.pdf	16/03/2018 15:00:23	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TA_Controlo_Experimental.pdf	16/03/2018 15:00:10	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito
Outros	CartaResposta_CEP.pdf	11/10/2017 18:21:44	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito
Outros	instituicao_coparticipante.pdf	11/10/2017 18:18:21	Pamela Papile Lunardelo da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

ANEXO C - Padrão de referência para os valores de latência do PEATE para o equipamento Smart EP.

Componentes PEATE valores de referência para SMART						
	I	III	V	I-III	III-V	I-V
Mediana	1,8	3,87	5,87	2,06	2,02	4,02
Média	1.76	3.81	5,84	2,05	2,02	4,07
DP	0,11	0,17	0,2	0,2	0,16	0,21
Min-Max	1,57-1,95	3,36-4,07	5,3-6,1	1,63-2,4	1,5-2,24	3,7-4,54

APÊNDICE A – Entrevista inicial.

Avaliação do Processamento Auditivo - Anamnese

I – Identificação

Nome: _____ Idade: _____ DN: _____

Procedência: _____ Escolaridade _____

Escolaridade paterna _____ materna _____

Encaminhamento primário _____

Data da avaliação do Processamento auditivo _____

II – Queixa:

HISTÓRIA PREGRESSA DA QUEIXA

CONDIÇÕES GERAIS DE SAÚDE (incluindo intervenção terapêutica)

III- Comportamento e sintomas auditivos

Escuta bem () sim () não, qual orelha é melhor () OD () OE ____ é flutuante () sim

Atende quando chamado () sim () não, precisa ser chamado em forte intensidade ou várias vezes () sim () não

Em ambiente ruidoso a audição muda () sim ____ () melhora () piora () não

Em ambiente silencioso a audição muda () sim ____ () melhora () piora () não

Tem zumbido () sim ____ () contínuo () intermitente, () agudo () grave () não

Tem vertigem () sim, caracterize _____ () não

Tem ou teve otites () sim, __ episódios () um único () mais que um, especifique _____ o último foi a _____ meses/anos () não

IV – Dados de desenvolvimento

Atualmente – apresenta dificuldades

Fala () sim, _____ () não

Escrita () sim, _____ () não

Ditado () sim, _____ () não

Leitura () sim, _____ () não

De desempenho escolar () sim, () não _____

Se não apresenta as dificuldades acima, em algum momento no passado já teve dificuldades de

Fala () sim, _____ () não

Escrita () sim, _____ () não

Ditado () sim, _____ () não

Leitura () sim, _____ () não

De desempenho escolar () sim, () não _____

Antecedentes

Desenvolvimento motor _____

Desenvolvimento de Fala _____

Desenvolvimento escolar _____

Está sendo medicado () sim, qual? _____ para que?
_____ desde quando? _____ () não

Doenças: _____
Cirurgia: _____
Internação: _____
Tratamentos: _____
Heredograma - Quantos irmãos? _____ Algum deles tem ou teve algum tipo de dificuldade para
falar e ou na escola?

Resultados:

