ISABELA CRIVELLARO GONÇALVES

Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas

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

Programa de Ciências da Reabilitação
Área de concentração: Comunicação Humana
Orientadora: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

São Paulo

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Gonçalves, Isabela Crivellaro
Aspectos audiológicos da gagueira : evidências comportamentais e eletrofisiológicas / Isabela Crivellaro Gonçalves. -- São Paulo, 2013.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Ciências da Reabilitação. Área de concentração: Comunicação Humana.
Orientadora: Carla Gentile Matas.

Descritores: 1.Gagueira 2.Potenciais evocados auditivos 3.Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico 4.Potencial evocado P300 5.Percepção auditiva 6.Testes auditivos 7.Criança

USP/FM/DBD-252/13

DEDICATÓRIA

Aos meus amores, Alice e Olivia,
Por me permitir entender de maneira
plena e irrestrita o significado do Amor.

Ao meu companheiro de vida, Silvio,
Por estar sempre por perto e por
acreditar em mim e nos meus sonhos.
Pelo carinho, amor e dedicação
manifestados de modo tão sincero e
singular.

AGRADECIMENTOS

À **Profa. Dra. Carla Gentile Matas**, “minha mãe científica”, por estar sempre tão presente em todo meu caminhar profissional, por sua orientação na elaboração desta tese e, principalmente, por acreditar e confiar em mim.

Aos meus pais, **Marilucia** e **Nelson**, por me ensinarem que uma vida feliz não se resume à ausência de problemas, mas reflete, principalmente, a maneira pela qual aprendemos a lidar com eles.

Aos profissionais do **LIF em Fluência, Motricidade Oral e Funções da Face** pelo auxílio e disponibilidade e por compartilharem comigo suas experiências e conhecimentos.

As professoras **Dra. Claudia Regina Furquim de Andrade, Dra. Eliane Schochat** e à **Fga. Dra. Camila Rabelo** pelas valiosas sugestões e contribuições no exame de qualificação.

Á minha querida parceira de trabalho (a melhor que alguém poderia ter) e grande amiga, **Fga. Fabíola Flabiano,** por todo auxílio, apoio, disponibilidade, generosidade e companheirismo.

À minha querida amiga e exemplo profissional **Fga. Dra. Fernanda Magliaro**, pelo apoio, cumplicidade e por toda ajuda a mim dispendida ao longo de todos esses anos.

À **Dra. Nina Kraus** e **Trent Nicol** da *School of Communication – Northwestern University*, por sua disponibilidade no envio dos estímulos utilizados nesta pesquisa e por sua generosidade em compartilhar seu IMENSO conhecimento na área;

À estatística **Carmen Diva Saldiva de André** pelo auxílio na análise estatística dos resultados.

Às secretárias **Ana** e **Maria Cristina** pela ajuda e suporte oferecidos.

Ao **Serviço de Biblioteca e Documentação** da FMUSP.

À **CAPES**, pelo apoio financeiro concedido para a realização deste projeto.

A todos os meus **amigos, familiares** e **colegas de trabalho**, pela colaboração direta ou indireta, e pelos constantes incentivos e demonstrações de carinho e amizade.

Às **crianças** que participaram deste estudo e a seus pais, sem os quais a conclusão deste trabalho não seria possível.

A **Deus**, pela Vida, pelo Amor e por me fazer acreditar que com Fé e Perseverança, tudo é possível.

.

EPÍGRAFE

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais volta ao seu tamanho original"

Albert Einstein

Esta tese está de acordo com as normas em vigor no momento desta publicação:
Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver).

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

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

SUMÁRIO

Lista de Tabelas
Lista de Gráficos
Lista de Figuras e Quadros
Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos
Resumo
Summary

1. INTRODUÇÃO 01

2. OBJETIVOS 05

3. REVISÃO DA LITERATURA 08
3.1 – Gagueira do desenvolvimento 08
3.2 – Sistema auditivo, habilidades auditivas e métodos de avaliação da audição 15
3.3 – Gagueira e audição: evidências obtidas por meio de testes comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos 45

4. MÉTODOS 54
4.1 – Casuística 54
4.2 – Materiais 56
4.3 – Procedimentos 57
4.3.1 – Informações sobre a pesquisa para os pais ou responsáveis . 58
4.3.2 – Coleta dos dados da avaliação de fala e linguagem 58
4.3.3 – Coleta da história clínica dos indivíduos 59
4.3.4 – Coleta dos dados das avaliações audiológicas e eletrofisiológicas da audição 59
4.3.5 – Análise dos resultados obtidos nas avaliações realizadas 63

4.5 – Análise estatística dos dados 66

5. RESULTADOS 70
5.1 – Teste *Gaps in Noise* (GIN) 70
5.2 – Potenciais evocados auditivos 72
5.2.1 – Potencial evocado auditivo de tronco encefálico 72
5.2.2 – Potencial evocado auditivo de longa latência 83

6. DISCUSSÃO 103

7. CONCLUSÃO.....124

8. ANEXOS 126

9. REFERÊNCIAS.....135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuições de freqüências e porcentagens dos LDG nos grupos Controle e Estudo..... 70

Tabela 2 – Resumo descritivo do PRC (%) nos grupos Controle e Estudo.... 71

Tabela 3 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas I, III e V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique 73

Tabela 4 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência das ondas I, III e V do PEATE com estímulo clique..... 73

Tabela 5 – Estatística descritiva dos valores médios de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique 74

Tabela 6 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique 75

Tabela 7 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência das ondas I, III e V – PEATE com estímulo clique..... 76

Tabela 8 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência dos interpicos I-III, III-V e I-V – PEATE com estímulo clique..... 77

Tabela 9 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas V, A, C e F, latência e amplitude dos complexo VA nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo de fala..... 79

Tabela 10 – P-valores obtidos na análise das variâncias e das médias dos valores de latência das ondas V, A, C e F, latência e amplitude do complexo VA do PEATE com estímulo de fala..... 79

Tabela 11 – Resumo descritivo das variáveis do PEATE com estímulo de fala em cada agrupamento 81

Tabela 12 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst* 84

Tabela 13 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 do PEALL com estímulo *tone burst* 85

Tabela 14 – Estatística descritiva dos valores médios das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst* 86

Tabela 15 – P-valores obtidos na análise dos valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 do PEALL com estímulo *tone burst*..... 86

Tabela 16 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 – PEALL com estímulo *tone burst* 89

Tabela 17 – Caracterização dos agrupamentos quanto às amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 – PEALL com estímulo *tone burst*..... 90

Tabela 18 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala 93

Tabela 19 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 do PEALL com estímulo de fala 94

Tabela 20 – Estatística descritiva dos valores médios de amplitude P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala 96

Tabela 21 – P-valores obtidos na análise dos valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 do PEALL com estímulo de fala..... 96

Tabela 22 – Caracterização dos agrupamentos quanto às latências das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 – PEALL com estímulo de fala 98

Tabela 23 – Caracterização dos agrupamentos quanto às amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 – PEALL com estímulo de fala..... 99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição de porcentagens do LDG nos grupos Controle e Estudo – Teste GIN 71

Gráfico 2 – Valores descritivos individuais do PRC nos grupos Controle e Estudo – Teste GIN 72

Gráfico 3 – Valores individuais de latência das ondas I, III e V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique 74

Gráfico 4 – Valores individuais de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V nos grupos Controle e Estudo 75

Gráfico 5 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEATE com estímulo clique 77

Gráfico 6 – Valores individuais de latência das ondas V, A, C e F, latência e amplitude do complexo VA nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo de fala 80

Gráfico 7 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEATE com estímulo de fala 82

Gráfico 8 – Valores individuais das latências das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst* 87

Gráfico 9 – Valores individuais das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst* 88

Gráfico 10 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEALL com estímulo tone burst 91

Gráfico 11 – Valores individuais das latências das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala 95

Gráfico 12 – Valores individuais das amplitude P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala 97

Gráfico 13 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEALL com estímulo de fala 100

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1: Imagem esquemática do sistema auditivo periférico..... 16

Figura 2: Imagem esquemática das vias auditivas centrais 18

Figura 3: Exemplo de traçado gerado pelo PEATE para o estímulo clique.... 27

Figura 4: A) Representação gráfica do estímulo [da] em função do tempo. B) Traçado gerado pelo PEATE para o estímulo [da]. (Hornickel e Kraus, 2011) 30

Figura 5: Traçado gerado pelo PEATE para estímulo de fala (Russo et al., 2004) 31

Figura 6: Exemplo de traçado gerado pelo PEALL 41

Quadro 1: Valores normativos adotados para o teste GIN (Shinn et al., 2009) 64

Quadro 2: Valores normativos adotados propostos no manual do equipamento IHS para o PEATE obtido com estímulo clique 65

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABR	*Auditory Brainstem Response*
AEP	*Auditory Evoked Potentials*
ANOVA	*Analysis of Variance*
ANSI	*American National Standards Institute*
ASHA	*American Speech-Language-Hearing Association*
BERA	*Brainstem Evoked Response Audiometry*
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CCE	Célula Ciliada Externa
CCI	Célula Ciliada Interna
dB	decibel
dBNA	decibel Nível de Audição
dBnNA	decibel Nível de Audição normal
DP	Desvio Padrão
DPA	Distúrbio do Processamento Auditivo
EcoGh	Eletrococleografia
ed.	Edição
EEG	Eletroencefalograma
EOA	Emissões Otoacústicas
EOAPD	Emissões Otoacústicas Produto de Distorção
EOAT	Emissões Otoacústicas Por Transiente
et al.	e outros
FFR	*Frequency-following response*

FLS	Fascículo Longitudinal Superior
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
FOC	Feixe Olivococlear
GC	Grupo Controle
GDT	*Gap Detection Threshold*
GE	Grupo Estudo
GIN	*Gaps in Noise*
Hz	Hertz
IES	*International Electrode System*
IRF	Índice de Reconhecimento de Fala
kHz	Quilohertz
kOhms	Quilo Ohms
LDF	Limiar de Detecção de Fala
LDG	Limiar de Detecção do *Gap*
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
LLR	*Long Latency Response*
MAE	Meato Acústico Externo
M1	Mastóide esquerda
M2	Mastóide direita
ms	milissegundo
µs	microssegundos
µV	microvolts
OD	Orelha direita
OE	Orelha esquerda
p	página

PA	Processamento Auditivo
PA (C)	Processamento Auditivo (Central)
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PCR	*Percentage of Correct Responses*
PET	*Positron Emission Tomography*
PRC	Porcentagem de Respostas Corretas
SNC	Sistema Nervoso Central
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SSI-3	*Stuttering Severity Instrument Third Edition*
SSI	*Synthetic Sentence Identification*
SSW	*Staggered Spondaic Word*
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Resumo

RESUMO

Gonçalves IC. Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2013.

INTRODUÇÃO: A gagueira é um distúrbio da fluência multidimensional que resulta da interação de múltiplos processos fisiológicos, refletindo mais de um fator causal. Evidências científicas atuais sustentam a hipótese de que pessoas que gaguejam possuem conexões anômalas em regiões auditivas do hemisfério esquerdo, envolvidas no *feedback* sensorial dos sons da fala. Desta forma, é prudente pensar que déficits na sincronia neural, identificados por meio de alterações em testes comportamentais do processamento temporal e nos potenciais evocados auditivos (PEA), possam estar relacionados a este tipo de distúrbio. OBJETIVO: caracterizar os resultados do teste *Gaps in Noise* (GIN) e dos PEA com estímulos de diferentes complexidades em crianças gagas e em crianças em desenvolvimento típico. MÉTODOS: Dez crianças gagas com idades entre sete e 11 anos (grupo estudo - GE) e seus pares não-gagos (grupo controle - GC) foram submetidos a avaliações audiológicas e eletrofisiológicas da audição por meio dos seguintes testes: medidas de imitância acústica, audiometria tonal, logoaudiometria, teste GIN, potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com estímulos clique e de fala e potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) com estímulo *tone burst* e de fala. Os resultados obtidos no GC e GE foram comparados por meio de testes estatísticos. RESULTADOS: Ambos os grupos apresentaram resultados normais no teste GIN, de acordo com os critérios de normalidade adotados, contudo, observou-se melhor desempenho no GE. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos para os resultados do teste GIN. No PEATE com estímulo clique, todos os sujeitos avaliados apresentaram resultados dentro dos padrões de normalidade. Observou-se no GE maior variabilidade nos tempos de latência, bem como tendência à

diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda para o interpico I-III. No PEATE com estímulo de fala, verificaram-se valores de latência da onda C e de amplitude do complexo VA significantemente maiores no GE. No PEALL com estímulo *tone burst* não foi observada diferença estatisticamente significante entre os grupos. Contudo, observaram-se alterações (ausência de componentes do PEALL) em três sujeitos do GE e em um do GC. No PEALL com estímulo de fala, em ambos os grupos, verificou-se diferença estatisticamente significante entre as orelhas direita e esquerda no que tange a latência da onda N2 e amplitudes P2-N2 e da onda P300. Foram observadas alterações (ausência de componentes do PEALL) em um sujeito do GE. CONCLUSÃO: Embora não tenham sido verificadas alterações de resolução temporal no grupo de crianças gagas por meio do teste comportamental realizado, os resultados dos testes eletrofisiológicos sugerem a presença de diferenças nos processos neurais envolvidos no processamento da informação acústica, entre crianças em desenvolvimento típico e crianças gagas, principalmente em se tratando de elementos de maior complexidade, como a fala.

Descritores: Gagueira; Potenciais evocados auditivos; Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico; Potencial evocado P300; Percepção auditiva; Testes Auditivos; Criança.

Summary

SUMMARY

Gonçalves IC. Audiological aspects of stuttering: behavioral and electrophysiological evidences [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2013.

INTRODUCTION: Stuttering is a multidimensional speech disorder that results from the interaction of multiple physiological processes, which means there is more than one causal factor. Current scientific evidence supports the hypothesis that people who stutter have anomalous connections in auditory regions of the left hemisphere, involved in the sensory feedback of speech sounds. Thus, it is reasonable to suppose that deficits in neural synchrony, showed by abnormal results in behavioral tests of temporal processing and auditory evoked potentials (AEP), may be related to this type of disorder. OBJECTIVE: to characterize the results of the Gaps in Noise Test (GIN) and the AEP using stimuli of different complexity, in children who stutter and in typically developing children. METHODS: Ten children who stutter aged between seven and 11 years (study group - SG) and their non-stuttering peers (control group - CG) underwent audiological and electrophysiological evaluation using the following tests: acoustic immittance measures, tonal audiometry, speech audiometry, GIN test, speech- and click-evoked Auditory Brainstem Response (ABR), and Long Latency Response (LLR) with tone burst and speech stimuli. Statistical tests were carried out for comparisons between CG and SG. RESULTS: Both groups presented normal results in the GIN test, according to the normality criteria. However, the SG showed better performance. No significant differences were found between groups for the GIN test results. In the click-evoked ABR, all subjects presented results within the normal range. The SG showed greater variability concerning the latency values, as well as a statistical trend toward significance regarding differences between the right and left ears for the interpeak I-III. In speech-evoked ABR, the latency values of wave C and the amplitude of VA complex were significantly higher in

SG. No statistically significant difference between groups was observed in LLR with tone burst stimulus. However, abnormal results were observed (absence of LLR components) in three subjects from the SG and in one subject from the CG. In the LLR with speech stimuli, statistically significant differences were found for both groups, regarding the N2 latency, P2-N2, and P300 amplitudes, when the right and left ears were compared. Abnormal results were observed (absence of LLR components) in one subject from the SG. CONCLUSION: Although auditory temporal resolution deficits were not evidenced by the GIN test in the group of children who stutter, the results of the electrophysiological tests suggest the presence of differences in neural processes related to the acoustic information processing, when compared to typically developing children, especially when more complex elements, such as speech, are considered.

Descriptors: Stuttering; Evoked potentials, auditory; Evoked potentials, auditory, brain stem; Event-related potentials, P300; Auditory perception; Hearing tests; Children.

Introdução

1. Introdução

A gagueira é um distúrbio da fluência de caráter multidimensional, que envolve aspectos lingüísticos e motores e possui uma base genética e neurofuncional, caracterizado por uma taxa elevada de determinados tipos de rupturas (Andrade, 2006).

Diversos estudos têm buscado investigar as possíveis causas relacionadas à gagueira, com base em paradigmas que enfatizam de maneira diferente aspectos biológicos, psicológicos e sociais. Modelos multifatoriais foram propostos a fim de relacionar os diferentes fatores que podem influenciar a fluência da fala, bem como sua interação. Neste sentido, podemos citar aqueles de ordem genética, ambiental, personalidade, processamento auditivo, produção de fala, linguagem e habilidades de aprendizagem (Bloodstein, 1995; Smith e Kelly, 1997; Guitar, 1998). De acordo com Smith e Kelly (1997), a complexa relação entre os fatores podem influenciar a gagueira, bem como o nível de contribuição de cada fator.

Autores afirmam que a qualidade do processamento da informação auditiva se constitui como um dos fatores que podem influenciar a gagueira (Hall e Jerger, 1978; Rosenfield e Jerger, 1984). As relações entre função auditiva e gagueira têm sido objeto de estudo desde 1950, quando Bernard Lee gerou acidentalmente uma fala gaguejada, ao conectar cabos de maneira errônea, ocasionando uma alteração no retorno auditivo. A partir de então, muitos pesquisadores têm hipotetizado que, além das alterações motoras, os gagos apresentavam alterações auditivas perceptuais que também

comprometeriam o circuito de *feedback* responsável pelo monitoramento da própria fala (Johnson, 1955; Langová e Morávek, 1969; Stark e Pierce, 1970; Webster et al., 1970; Timmons e Boudreau, 1972; Brown et al., 1975; McCormick, 1975; Bloodstein, 1993).

Diversos métodos comportamentais têm sido utilizados para investigar a função auditiva de indivíduos gagos, principalmente aqueles que avaliam o processamento auditivo (central). Observa-se discrepância a cerca dos resultados obtidos. Alguns estudos têm indicado a ocorrência de desempenho inferior ou resultados alterados nos indivíduos gagos, quando comparados aos seus pares não-gagos (Hall e Jerger, 1978; Wynne e Boehmler, 1982; Maiorino, 1993; Blood, 1996; Schiefer, 1999; Howell et al., 2000; Howell et al., 2006; Jutras et al., 2007), ao passo que em outros não se observa diferença entre os grupos (Quinn, 1972; Slorach e Noehr, 1973; Manning e Riensche, 1976).

Atualmente, para a avaliação do sistema auditivo periférico e central utilizam-se, além dos testes comportamentais, exames objetivos como os potenciais evocados auditivos (PEA), com diferentes tipos de estímulos acústicos. Tais procedimentos permitem a identificação de evidências objetivas de comprometimentos clínicos e/ou sub-clínicos.

Estudos têm apontado que comprometimentos na codificação neural da informação auditiva parecem estar relacionados à presença de alterações nas habilidades lingüísticas, provavelmente por contribuir para uma percepção errônea de pistas auditivas importantes contidas nos sinais de fala (Tallal e Piercy, 1974; Farmer e Klein, 1995). O uso dos PEA com estímulos complexos

permite compreender a base neural da função auditiva normal e deficiente, ao passo que fornece uma medida quantitativa no que tange sua codificação neural (Russo et al., 2004; Kraus e Nicol, 2005; Tzounopoulos e Kraus, 2009; Chandrasekaran e Kraus, 2010; Skoe e Kraus, 2010; Hornickel et al., 2012; Krizman et al., 2012).

Tendo em vista as evidências científicas atuais que sustentam a hipótese de que pessoas que gaguejam possuem conexões anômalas em regiões auditivas do hemisfério esquerdo, envolvidas no *feedback* sensorial dos sons da fala (Sommer et al. 2002; Chang et al., 2008; Cykowski et al., 2010), é prudente pensar que alterações do processamento temporal da informação acústica, bem como déficits na sincronia neural, identificados por meio de alterações nos PEA, possam estar relacionados a este tipo de distúrbio.

Levando-se em consideração todos esses aspectos, as seguintes hipóteses foram levantadas:

1) Os achados do teste *Gaps in Noise* – GIN, que avalia a habilidade de resolução temporal, encontram-se alterados nas crianças gagas;

2) Os achados dos PEA obtidos por meio da apresentação de estímulos de diferentes complexidades (clique, *tone burst* e de fala) em crianças gagas diferem de seus pares não gagos, indicando haver uma diferença a cerca do processamento da informação acústica no tronco encefálico e em nível cortical.

Objetivos

2. Objetivos

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os achados de um teste comportamental de resolução temporal e dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico e corticais com estímulos de diferentes complexidades em crianças gagas, com limiares de audibilidade normais.

2.2 - Objetivos Específicos

- Comparar os resultados do teste *Gaps in Noise* (GIN) obtidos em crianças gagas com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, do mesmo gênero e faixa etária;
- Comparar os resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) com estímulo clique obtidos em crianças gagas com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, do mesmo gênero e faixa etária;
- Comparar os resultados do PEATE com estímulo de fala obtidos em crianças gagas com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, do mesmo gênero e faixa etária;

- Comparar os resultados do potencial evocado auditivo de longa latência (PEALL) com estímulo *tone burst* obtidos em crianças gagas com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, do mesmo gênero e faixa etária;
- Comparar os resultados do PEALL com estímulo de fala obtidos em crianças gagas com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, do mesmo gênero e faixa etária.

Revisão de Literatura

3. Revisão de Literatura

No presente capítulo serão apresentados os achados da literatura especializada, pertinentes ao tema abordado na presente pesquisa. Sendo assim, serão discutidos, por meio do encadeamento de idéias, aspectos relevantes relacionados às seguintes temáticas:

- ✓ Gagueira do desenvolvimento;
- ✓ Sistema auditivo, habilidades auditivas e métodos de avaliação da audição;
- ✓ Gagueira e Audição: evidências obtidas por meio de testes comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos.

3.1 – Gagueira do desenvolvimento

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (1992), a gagueira é uma desordem no ritmo da fala, na qual o indivíduo sabe precisamente o que quer falar, mas não consegue produzir devido a uma repetição, prolongamento ou bloqueio involuntário. Desta forma, a mesma se caracteriza como um distúrbio temporal que provoca rupturas na programação e execução dos movimentos seqüenciais envolvidos na produção da fala, refletindo um déficit na sincronização cerebral (Van Riper,1982; Max, 2004).

Segundo Andrade (2003), a gagueira pode se diferenciar em três subgrupos: gagueira idiopática ou do desenvolvimento, gagueira neurogênica e

gagueira psicogênica. De acordo com a autora, as gagueiras neurogênicas e psicogênicas não são realmente “gagueiras”, ao passo que nestas observa-se somente a sintomatologia correlata e não os traços distintivos básicos do distúrbio: hereditariedade, início simultâneo à aquisição e desenvolvimento da fala, predominância no sexo masculino e variação situacional.

A gagueira do desenvolvimento surge durante a infância e fase de aquisição e desenvolvimento da linguagem, caracterizando-se como uma desordem crônica de caráter multidimensional, não podendo ser considerada uma entidade nosológica única (Andrade, 2004; Juste e Andrade, 2006).

Cerca de 5% das crianças entre dois e cinco anos apresentam gagueira e destas, 20% continuarão gaguejando de forma crônica, em diferentes níveis de gravidade. Na idade adulta, observa-se uma predominância masculina cinco vezes maior, ao passo que a remissão espontânea ocorre com muito mais frequência no gênero feminino (Chang, 2011).

Segundo Yairi et al. (1996a), a gagueira do desenvolvimento pode ser classificada como: persistente, de recuperação tardia e de recuperação precoce. Quando se observa recorrência na família, ou seja, famílias em que dois ou mais indivíduos apresentam gagueira, considera-se a gagueira como desenvolvimental familial (Yairi et al., 1996b).

As rupturas são consideradas o traço mais marcante da gagueira. As mesmas são utilizadas como parâmetros para descrever, definir e medir a gravidade dessa desordem, podendo ser diferenciadas pela tipologia (Andrade, 2003). Segundo Andrade (2004), há certas rupturas comuns a todos os falantes, que refletem fundamentalmente as incertezas e imprecisões lingüísticas, ou visam ampliar a compreensão da mensagem. De acordo com a

autora, existem também rupturas que, embora possam ocorrer de maneira esporádica para todos os falantes, são sugestivas de um comprometimento mais acentuado do processamento de fala. Pereira (2003) refere que o tipo e a frequência do seu aparecimento irão diferenciar um falante fluente de um falante gago, bem como indicar o grau de gravidade da gagueira.

Um instrumento bastante utilizado na classificação do grau de gravidade da gagueira é o protocolo desenvolvido por Riley (1994), denominado *Stuttering Severity Instrument for Children and Adults* – SSI-3. Este instrumento classifica a gagueira em: grau muito leve, leve, moderado, grave e muito grave; considerando a freqüência e duração das rupturas da fala, bem como a presença de concomitantes físicos associados a essas rupturas, por meio da análise da fala espontânea e leitura (apenas para leitores).

Cook et al. (2013) avaliaram os fatores preditivos dos resultados terapêuticos para crianças e adolescentes gagos após um programa terapêutico intensivo. Os fatores examinados foram grau de gravidade da gagueira, diversidade lexical e impacto psicossocial da gagueira na vida da criança. Os autores relataram que o grau de gravidade inicial foi o único fator preditivo significativo. Contudo, o impacto psicossocial esteve correlacionado com a melhora da fluência e a diversidade lexical com os resultados da terapia.

Apesar de décadas de intensiva pesquisa, as causas e bases biológicas da gagueira ainda não estão completamente compreendidas. O fato de indivíduos gagos constituírem uma população heterogênea sugere que tal distúrbio resulta de múltiplos processos fisiológicos que interagem entre si, refletindo mais de uma causa. Neste contexto, estudos têm sido realizados com o intuito de investigar os diversos fatores relacionados à manifestação da

gagueira. Dentre os fatores estudados, podem ser ressaltados: os fatores genéticos, ambientais, lingüísticos, bem como alterações funcionais e anatômicas do sistema nervoso central (SNC) (Yairi et al., 1996; Salmelin et al., 1998; Felsenfeld et al., 2000; Bloodstein e Ratner, 2008; Kikuchi et al., 2011; Loucks et al., 2011).

Oliveira et al. (2012), em extensa revisão da literatura que teve como objetivo elencar os prováveis fatores genéticos relacionados à manifestação da gagueira desenvolvimental persistente familial, referem que o modelo exato de transmissão da herança genética para a gagueira não está claramente definido, podendo ser distinto, provavelmente, em diferentes famílias e populações. Os autores ressaltam que os estudos realizados sugerem que a gagueira possui característica poligênica e que uma criança com histórico familial positivo para gagueira poderá ter uma forte tendência a desenvolver o distúrbio de forma crônica. Atualmente, estudos de mapeamento gênico têm sido desenvolvidos com o objetivo de localizar e identificar *loci* e alelos especificamente relacionados à esta afecção (Botstein e Risch, 2003; Wittke-Thompson et al., 2007).

Aspectos relacionados aos fatores lingüísticos envolvidos na manifestação da gagueira também foram objeto de estudo de pesquisadores da área (Andrade, 2002; Natke et al., 2004; Anderson et al., 2005; Juste e Andrade, 2006). Inúmeros autores propuseram modelos neuropsicolinguísticos de produção da fala que buscassem explicar os processos envolvidos nesta atividade, bem como relacionar as etapas de planejamento e execução motora da fala aos eventos de disfluência (Wingate, 1988; Perkins et al., 1991; Kolk e Postma, 1997).

Segundo Schiefer (2004), a dificuldade do indivíduo gago reside tanto no processo de planejamento como na execução do programa motor necessário à articulação. Guitar (2006) refere que os indivíduos gagos possuem uma inabilidade em processar os sinais neurais responsáveis pela execução dos movimentos de fala com precisão e velocidade, principalmente em situações de competição com outros falantes ou sob a pressão do planejamento de uma sentença complexa.

De maneira geral, há três tipos principais de informação envolvidas na produção dos sons da fala: auditiva, somatossensorial e motora, que são representadas nos lobos temporal, parietal e frontal do córtex, respectivamente. Estas regiões e suas interconexões com estruturas subcorticais como cerebelo, gânglios basal e tronco encefálico constituem o sistema de controle neural para a produção da fala (Guenther, 2006). Portanto, a fala fluente depende de interconexões entre regiões do encéfalo responsáveis pelo processamento auditivo, planejamento motor e execução motora (Chang, 2011).

Chang (2011) realizou uma revisão da literatura especializada no que tange os avanços científicos recentes na determinação das bases neurais da gagueira, tanto em crianças como em adultos. A autora referiu que os estudos recentes de neuroimagem indicam haver diferenças anatômicas e funcionais entre pessoas que gaguejam e fluentes em regiões e conexões cerebrais que controlam o planejamento e a execução do movimento, bem como regiões relacionadas ao sentido da audição.

O córtex auditivo conecta-se às áreas de planejamento e execução dos movimentos da fala por meio de uma rota importante de feixes de substância branca (fascículo longitudinal superior - FLS) que se encontra muito mais

desenvolvida no hemisfério esquerdo (Saur et al., 2008). Diversos estudos têm demonstrado a presença de diminuições sutis na integridade da substância branca do FLS esquerdo em crianças e adultos gagos (Sommer et al., 2002; Chang et al., 2008; Watkins et al., 2008).

Pesquisadores verificaram diferenças entre indivíduos fluentes e gagos com relação ao volume do córtex auditivo direito e esquerdo, sendo que os indivíduos que gaguejam apresentaram maior volume e atividade no hemisfério direito (Foundas et al., 2004). Além disso, evidências científicas demonstraram que indivíduos que gaguejam apresentam hipoatividade em áreas de processamento auditivo no hemisfério esquerdo e atividade aumentada nas regiões motoras do hemisfério direito, talvez como uma reação compensatória às alterações presentes no hemisfério esquerdo (Fox et al., 1996; Chang et al., 2009).

Chang et al. (2008) realizaram um estudo sobre as bases neuroanatômicas da gagueira especificamente com a população infantil, no qual foram examinadas diferenças na substância branca, bem como volume da substância cinzenta cerebral entre crianças com gagueira persistente, crianças que se recuperaram naturalmente da gagueira e crianças fluentes. Os autores encontraram evidências de diminuição da integridade da substância branca no FLS em crianças que gaguejam quando comparadas aos seus pares fluentes. Vale ressaltar que, embora essa diminuição tenha sido comum tanto nas crianças com gagueira persistente como nas crianças que se recuperaram naturalmente da gagueira, observou-se que o grupo de crianças com remissão espontânea apresentou um nível intermediário de integridade da substância branca, além de tendências de aumento da integridade desta na região

homóloga do hemisfério direito. Tais resultados sugerem que esta pode ser uma das bases estruturais importantes da gagueira. Com relação ao volume da substância cinzenta, diferentemente do que foi observado em indivíduos adultos em outros estudos (Foundas et al., 2001; Jäncke et al., 2004; Kikuchi et al., 2011), verificou-se que todas as crianças apresentaram o padrão normal de assimetria (hemisfério esquerdo maior que o direito), sugerindo que o volume maior do hemisfério direito encontrado em indivíduos adultos gagos pode ser decorrente de uma compensação para a falha de conectividade no hemisfério esquerdo.

Diversos estudos verificaram a melhora da fala gaguejada sob condições de *feedback* auditivo alterado (Guntupalli et al., 2005; Lincoln et al., 2006; Stidham et al., 2006; Stuart et al., 2006; Armson e Kiefte, 2008). Dentro deste contexto, a importância desta via sensorial na aquisição e desenvolvimento da fala e linguagem pode ser ressaltada, bem como na caracterização dos quadros de gagueira, uma vez que a mesma possui gênese multifatorial. De acordo com Chang (2011), a redução significativa da gagueira nessas condições sugere que as regiões motora e auditiva do cérebro de pessoas que gaguejam interagem de modo distinto do que é visto em indivíduos fluentes.

Yairi e Ambrose (2013) realizaram uma revisão da literatura abordando os principais aspectos da gagueira investigados nas pesquisas desenvolvidas, bem como os avanços do século 21 relacionados ao tema. Os autores referiram que o maior risco de surgimento da gagueira é por volta dos 5 anos de idade, e que as razões masculino/feminino de aparecimento são mais próximas do que se pensava no passado; há indicações de que a incidência na população geral seja maior do que os 5% citados em trabalhos anteriores; a

prevalência média ao longo da vida pode ser menor do que 1%; os efeitos de fatores como raça, etnia, cultura, bilingüismo, e status sócio-econômico nas taxas de incidência/prevalência ainda permanecem incertos; estudos longitudinais, bem como de incidência e prevalência sustentam altas taxas de recuperação espontânea; avanços nas pesquisas de mapeamento genético tem permitido a identificação de possíveis genes relacionados ao surgimento da gagueira na população em geral; tem crescido o interesse científico na diferenciação da gagueira em subtipos, uma vez que tem surgido evidências da existência da gagueira persistente e de recuperação espontânea.

3.2 – Sistema auditivo, habilidades auditivas e métodos de avaliação da audição

Por meio da audição o ser humano é capaz de interagir com o mundo que o cerca, adquirir e desenvolver linguagem oral, localizar uma fonte sonora e se proteger em situações de perigo. A integridade anátomo-fisiológica do sistema auditivo, em suas porções periférica e central, constitui-se como pré-requisito para o desenvolvimento adequado da função auditiva. Neste sentido e, considerando os processos maturacionais deste sistema, também se tornam fundamentais experiências auditivas significativas e de qualidade.

Os mecanismos relacionados à audição humana são diversos e envolvem diferentes estruturas ao longo das vias auditivas. Do ponto de vista funcional, o sistema auditivo periférico pode ser dividido em orelha externa e orelha interna. O papel da orelha externa é proteger a entrada do sistema, bem como absorver

e transformar a energia acústica em mecânica vibratória. Por sua vez, a orelha interna deve absorver e transformar a energia mecânica em impulsos neurais, cujas características são análogas às do padrão original de energia (Zemlin, 2000).

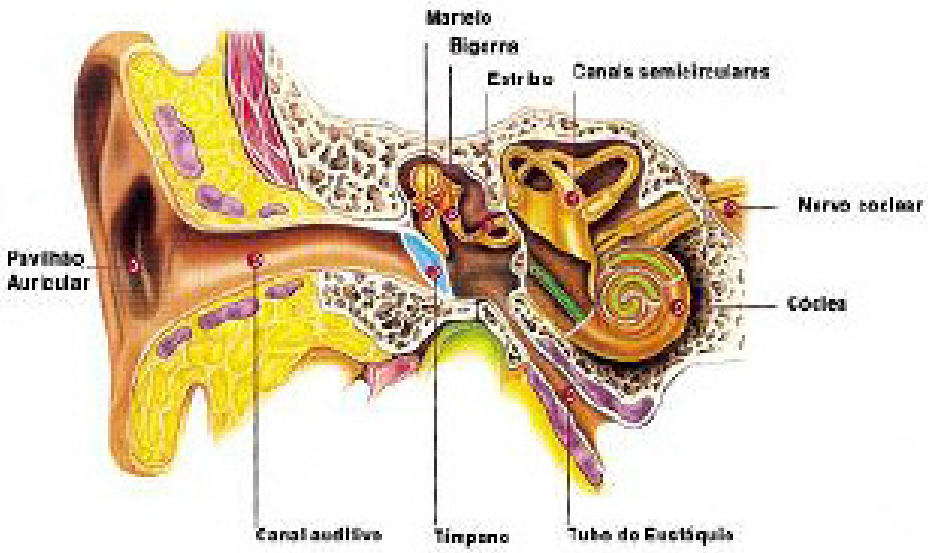


Figura 1: Imagem esquemática do sistema auditivo periférico.

Fonte: http://www.casasonotone-porto.com/aparelhos.htm

(Acessado em 13/06/2013)

O sistema auditivo central possui fibras que transportam as informações em direção ao córtex (vias aferentes) e fibras que são responsáveis pela inibição e excitação de informações em estágios anteriores ao córtex (vias eferentes), com seus núcleos e inter-relações (Munhoz et al., 2003).

As fibras nervosas que compõe a via auditiva aferente, ao penetrar no tronco encefálico, atingem o núcleo coclear, seguindo pelo complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior e corpo geniculado medial. O corpo geniculado medial é conhecido como estação talâmica da informação auditiva, sendo considerado um centro multissensorial, onde ocorre a integração e

síntese da informação auditiva, a partir do qual emergem conexões para o córtex auditivo. O córtex auditivo está essencialmente localizado no giro temporal transverso de Heschl e é o estágio final das vias auditivas aferentes, com organização tonotópica e representação bilateral. O córtex auditivo parece ser indispensável para o reconhecimento de uma sucessão organizada de sons e de padrões sonoros complexos. As vias aferentes possuem ampla comunicação com o sistema reticular, cerebelo e outras áreas do córtex cerebral (Munhoz et al., 2003).

No córtex auditivo primário ocorre a sensação e percepção auditiva. Na área auditiva secundária é realizada a associação acústico-linguística da informação auditiva, o que permite o reconhecimento e compreensão da palavra falada. O córtex auditivo terciário é constituído por fibras auditivas combinadas com fibras de outras modalidades sensoriais e motoras. O corpo caloso é um trato de fibras responsável pela comunicação e integração das informações entre os dois hemisférios cerebrais (Momensohn-Santos et al., 2005).

A maneira pela qual as variações normais da neuroanatomia humana estão relacionadas às funções cerebrais ainda é pouco conhecida. Warrier et al. (2009) buscaram investigar as relações entre as medições realizadas no giro de Heschl (GH), estrutura cerebral que contém o córtex auditivo primário, e o processamento das informações acústicas temporais e espectrais nesta região, por meio de exames de imagens. Para tal, foram aferidos os volumes de substância cinzenta, branca e da estrutura como um todo e, então, os índices de assimetria foram calculados. Os resultados indicaram: grande variabilidade anatômica com relação aos volumes obtidos; maior lateralização

do processamento temporal para o hemisfério esquerdo; maior lateralização do processamento espectral para o hemisfério direito e relação explícita entre características estruturais e funcionais, sendo que a variabilidade esteve relacionada às diferenças individuais existentes para o processamento da informação acústica.

As vias auditivas eferentes projetam-se do córtex auditivo primário para a periferia, sendo que a mais conhecida é a do feixe olivo-coclear (FOC). As fibras do FOC atuam diretamente sobre as atividades das células ciliadas externas (CCE) e células ciliadas internas (CCI), sugerindo que o sistema eferente influencia substancialmente a atividade da via aferente primária de forma direta (Momensohn-Santos et al., 2005).

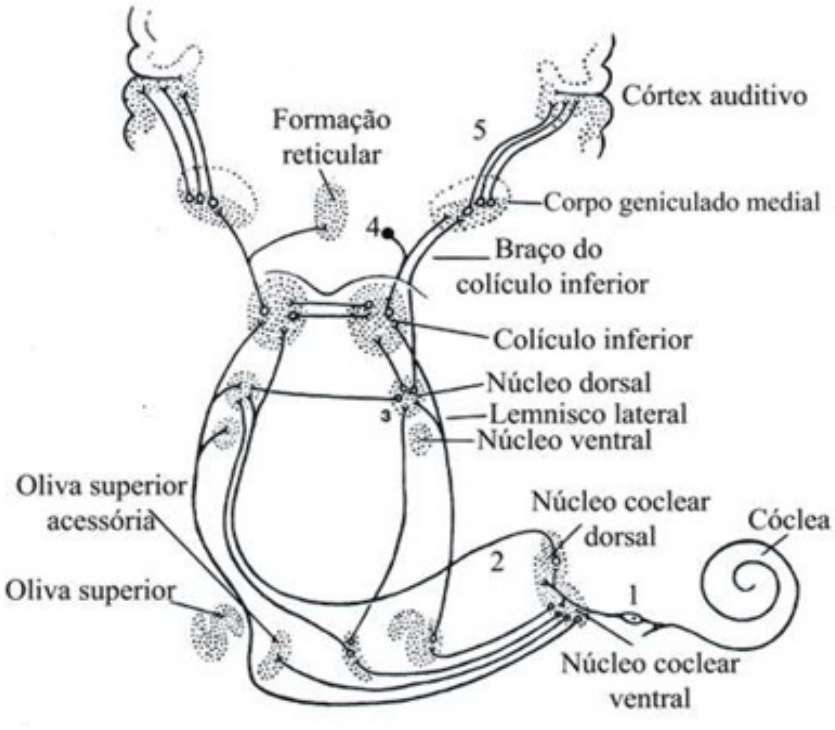


Figura 2: Imagem esquemática das vias auditivas centrais.

Fonte: http://www.hifishow.com.br/materiatecnica/ouvido_humano.aspx

(Acessado em 13/06/2013)

A combinação de métodos objetivos e subjetivos na avaliação da função auditiva vem se tornando cada vez mais frequente no campo da Audiologia Clínica, uma vez que proporciona maior precisão na determinação do diagnóstico audiológico.

Os testes subjetivos, também denominados comportamentais, são testes que dependem da colaboração do indivíduo avaliado para a obtenção de uma resposta fidedigna. Dentre os testes subjetivos, certamente a audiometria tonal (vias aérea e óssea) se constitui como o mais importante deles, uma vez que serve de base para a avaliação audiológica. Nela, são determinados os limiares de audibilidade do indivíduo avaliado em diferentes freqüências, sendo possível obter informações diagnósticas básicas sobre o tipo de alteração observada assim como seu grau (Wilber, 2001).

Dentre os procedimentos realizados na avaliação audiológica básica, podemos citar a logoaudiometria, que tem como objetivo principal avaliar a habilidade do indivíduo para detectar e reconhecer a fala. Os limiares logoaudiométricos mais empregados na prática clínica são: o limiar de detecção de fala (LDF), o limiar de reconhecimento de fala (LRF) e o índice de reconhecimento de fala (IRF) (Santos e Russo, 1991).

Contudo, responder habilmente para tons puros ou ser capaz de reconhecer a fala não significa que o sistema auditivo esteja completamente intacto, uma vez que o indivíduo pode apresentar dificuldades no processamento de estímulos mais complexos ou lidar de maneira inadequada com informações acústicas apresentadas em situações de escuta difícil.

Falhas no sistema nervoso auditivo central (SNAC) podem resultar em Desordem ou Distúrbio do Processamento Auditivo (DPA) (Pereira e Schochat,

2011). O Processamento Auditivo (PA) se refere aos “mecanismos e processos do sistema auditivo responsáveis pelos comportamentos diante de sons verbais e não verbais de localização e lateralização de sons, discriminação auditiva, reconhecimento de um padrão auditivo, aspectos temporais da audição, incluindo resolução temporal, integração temporal, mascaramento temporal e ordenação temporal e identificação de sons deteriorados ou degradados ou concomitante a outros sons competitivos” (ASHA, 1996). Desta forma, indivíduos com DPA, mesmo possuindo limiares auditivos suficientemente sensíveis para a detecção de sons fracos, muitas vezes não compreendem o que outras pessoas dizem, por apresentarem disfunções nas vias que conduzem o som até o córtex cerebral (Alvarez et al., 1997). Segundo a ASHA (2005), o transtorno do PA caracteriza-se como um “déficit no processamento neural do estímulo auditivo que pode apenas coexistir com déficits em outras modalidades sensoriais e não ser conseqüência destes”.

Os mecanismos fisiológicos auditivos elencados anteriormente podem ser avaliados por meio de testes comportamentais. Neste sentido, inúmeros testes foram desenvolvidos com o intuito de determinar quando uma habilidade auditiva está dentro dos parâmetros de normalidade adotados para determinada faixa etária ou não (Pereira e Schochat, 2011).

Dentre as diversas habilidades auditivas, serão destacadas aqui aquelas relacionadas ao processamento auditivo temporal, tendo em vista os objetivos da presente pesquisa.

O processamento auditivo temporal é definido como a percepção do aspecto temporal ou de alterações nas características relacionadas à duração do som dentro de um intervalo de tempo definido (Musiek et al., 2005a). Uma

vez que as habilidades de processamento temporal são fundamentais dos mais básicos aos mais complexos níveis de processamento neuronal relacionado à percepção de fala e ao processamento da linguagem falada (Chermak e Musiek, 1997), pesquisadores (Samelli, 2005; Samelli e Schochat, 2008a) referem ser de extrema importância a aplicação de testes envolvendo habilidades temporais em indivíduos com queixas relacionadas à linguagem oral e escrita.

O processamento temporal inclui quatro sub processos: resolução temporal, padrão temporal, integração temporal e mascaramento temporal (Shinn, 2007). A resolução temporal é a habilidade do sistema auditivo em responder às mudanças rápidas no envelope do estímulo sonoro (Shinn et al., 2009). É considerada uma habilidade auditiva importante, necessária para o processamento auditivo acurado, percepção de fala e seu desenvolvimento, podendo ser avaliada por meio de testes de detecção de *gap* (Trehub et al., 1995; Trehub e Henderson, 1996; Phillips 1999, Friedman et al., 2004, Chermak e Lee, 2005; Samelli e Schochat, 2008b; Balen et al., 2009).

O *Gaps in Noise* (GIN) é um teste de detecção de *gap* desenvolvido por Musiek et al. (2005a), que utiliza ruído com interrupções que variam entre 2 e 20 milissegundos (ms). As duas principais medidas utilizadas para se determinar o desempenho do indivíduo no teste é o limiar de detecção do *gap* e a porcentagem de respostas corretas. De acordo com Pereira e Schochat (2011), este teste baseia-se no paradigma introduzido por Plomp (1964), que sugeriu que a resolução temporal é limitada pelo *decay* da sensação auditiva produzida pela primeira parte do estímulo, que preencheria o *gap*.

Pesquisas divergem com relação à idade em que ocorre a maturação da habilidade de resolução temporal (Pereira et al., 1992; Muniz et al., 2007). Neste sentido, Samelli e Schochat (2008a) ressaltaram a necessidade de normatização do GIN em faixas etárias abaixo de 18 anos.

Shinn et al. (2009) realizaram um estudo que teve com o objetivo determinar a viabilidade do uso do teste GIN na avaliação de crianças. Para tal, administraram o teste em 72 participantes na faixa etária de sete a 18 anos de idade, divididos em seis grupos. Os autores observaram não haver diferenças estatisticamente significativas entre as faixas etárias estudadas, indicando que as crianças mais jovens não apresentaram dificuldades na realização da tarefa. Além disso, concluíram que a ausência de diferenças entre as orelhas sugere que o processo de resolução temporal se desenvolve relativamente cedo e de maneira simétrica, e que o uso do teste na avaliação desta população mostrou-se viável.

Amaral e Colella-Santos (2010) avaliaram o desempenho de crianças em desenvolvimento típico no teste GIN, nas faixas etárias de oito, nove e 10 anos. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas com relação às variáveis orelha e faixa etária. O valor médio do limiar de detecção de gap encontrado na população estudada foi de 4,7 ms e uma porcentagem de acertos de 73,6%.

Perez e Pereira (2010), ao verificar o comportamento da resolução temporal por meio do teste GIN em crianças de 11 e 12 anos, estabeleceram como critério de normalidade para esta faixa etária um limiar de *gap* de até 5 ms. As autoras ressaltaram ainda que, dentre a população estudada, a média da porcentagem de acertos foi de 71,70%, não tendo sido observada diferença

estatisticamente significante entre as respostas por faixa etária (11 e 12 anos), por orelha (direita e esquerda) e gênero (feminino e masculino).

Musiek et al. (2005a) verificaram que o teste GIN apresentou bons índices de sensitividade e especificidade em lesões do sistema nervoso auditivo central, bem como uma alta confiabilidade teste-reteste, característica importante quando se considera o uso clínico do teste. Recentemente, autores têm reportado a presença de déficits na resolução temporal em crianças com alterações de fala e linguagem (Rance et al., 2007), assim como em adultos e crianças com distúrbios de leitura (Walker et al., 2002; Hautus et al., 2003).

Além dos testes subjetivos, medidas eletroacústicas e eletrofisiológicas são parte integrante da bateria de testes utilizados no diagnóstico de alterações auditivas.

Dentre as medidas eletroacústicas, a imitanciometria permite a obtenção de uma série de informações sobre o sistema tímpano-ossicular. Dessa forma, a timpanometria e a pesquisa dos reflexos acústicos contribuem para o topodiagnóstico audiológico, quando os dados são interpretados em conjunto com outros testes audiológicos. A timpanometria é a medida da variação da imitância do sistema auditivo em função da variação da pressão introduzida no meato acústico externo (Carvallo, 2003).

O reflexo do estapédio ocorre bilateralmente em decorrência de um estímulo acústico apresentado em intensidade suficientemente forte, ocasionando o enrijecimento da cadeia ossicular, provocando mudança na imitância do sistema. Na pesquisa dos reflexos acústicos ipsilaterais e contralaterais, analisa-se se os mesmos estão presentes ou ausentes, quais os

limiares do reflexo para cada freqüência avaliada e se há adaptação patológica do reflexo (Frazza et al., 2003).

Outra medida eletroacústica bastante utilizada na prática clínica são as emissões otoacústicas (EOA). As EOA são sons de baixa intensidade produzidos dentro da cóclea que são transmitidos ao MAE (Munhoz et al., 2003). De acordo com Kemp et al. (1990), uma das principais vantagens das EOA é a de que sua presença permite inferir sobre a integridade do mecanismo de recepção pré-neural. Por outro lado, embora as EOA sejam específicas e seletivas por frequência, permitindo a obtenção de informações sobre diferentes regiões cocleares, as mesmas não oferecem dados a cerca da sensibilidade auditiva e, portanto, não substituem a audiometria tonal (Carvallo, 2003).

As EOA podem ser espontâneas ou evocadas. As emissões evocadas são geradas a partir da apresentação de um estímulo acústico e tem uma representação semelhante a do sinal estimulador. Dois tipos de EOA evocadas têm se mostrado úteis na prática clínica: as EOA por estímulo transiente (EOAT) e as EOA produto de distorção (EOAPD) (Probst et al., 1986).

As medidas eletrofisiológicas, ou também chamados Potenciais Evocados, vêm sendo cada vez mais utilizadas na realização de diagnósticos funcionais, tendo em vista que atrasos de latência ou diminuições nas amplitudes das respostas representam evidências objetivas de comprometimentos clínicos e/ou sub-clínicos. A pesquisa dos potenciais evocados auditivos (PEA) tem se tornado um método objetivo bastante popular dentre os profissionais da área, por contribuir para a obtenção de informações importantes com relação ao prognóstico e delineamento terapêutico (Chermak et al., 2007).

Apesar do uso crescente de diferentes tipos de PEA na prática clínica, serão apresentados a seguir apenas os achados da literatura compulsada relacionados aos PEA utilizados na presente pesquisa, ou seja, o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) e o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL), incluindo o P300.

A primeira descrição sobre os PEA foi realizada por Davis (1939), que referiu que as respostas observadas refletiam modificações do traçado do eletroencefalograma (EEG) em resposta ao estímulo acústico, oriundas, provavelmente, de áreas corticais.

Os PEA podem ser classificados de diversas formas, sendo que sua classificação e nomenclatura estão relacionadas a algumas características, tais como: latência da resposta (precoce, média ou tardia), sítio gerador (nervo auditivo, tronco encefálico, etc), características temporais (transitórias, sustentadas ou cíclicas), tipos de estímulo ou fatores subjetivos (exógeno, endógeno) (McPherson e Starr, 1993; Matas e Magliaro, 2011).

A obtenção dessas respostas envolve a utilização de um equipamento eletrônico composto por um computador mediador, gerador de sinal acústico, amplificador e registrador, sendo o estímulo acústico apresentado por meio de um par de fones supra-aurais ou de inserção. Utilizam-se eletrodos de superfície fixados ao couro cabeludo e mastóides ou lóbulos das orelhas, permitindo assim a captação da atividade elétrica proveniente de estruturas que compõe a via auditiva desde o nervo auditivo até o mesencéfalo (Matas, 2003).

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), também denominado Audiometria de Tronco Encefálico (*Auditory Brainstem Reponse* –

ABR) ou *Brainstem Evoked Response Audiometry* (BERA), é gerado por diversas estruturas ao longo da via no tronco encefálico, dentre elas: nervo auditivo, núcleo coclear, complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior e corpo geniculado medial (Möller et al., 1981).

Os primeiros pesquisadores a descrever as principais aplicações clínicas do PEATE em crianças foram Hecox e Galambos (1974). Desde então, inúmeras pesquisas têm sido realizadas com este potencial, uma vez que é clinicamente o mais utilizado, em função de suas propriedades de localização e reprodutibilidade.

Atualmente, as principais utilizações do PEATE se dão na investigação da integridade da via auditiva no tronco encefálico e na pesquisa do limiar eletrofisiológico, pelo fato deste possuir estreita relação com os limiares de audibilidade. Desta forma, o PEATE é usado rotineiramente na triagem auditiva neonatal, na avaliação de crianças que apresentam fatores de risco para perda auditiva e na identificação de alterações auditivas periféricas e centrais (Matas et al., 1998; Hall, 2007; Kraus e Nicol, 2009).

Diversos são os fatores que influenciam a captação do PEATE. Com relação aos parâmetros do estímulo, temos: intensidade, espectro, duração, velocidade de apresentação e polaridade. Além disso, inúmeras são as variáveis não-patológicas ou relacionadas ao indivíduo que devem ser consideradas na utilização e interpretação dos achados do PEATE. Dentre elas, podemos citar o fato do PEATE ser pouco afetado por mudanças no estado do indivíduo, incluindo o sono natural ou induzido, a atenção, os efeitos adversos decorrentes da influência da temperatura corporal e as mudanças maturacionais que ocorrem ao longo dos dois primeiros anos de vida. Com

relação às variáveis patológicas, devem ser ressaltadas as diferenças relativas ao traçado do PEATE nas perdas auditivas condutivas, cocleares, mistas e retrococleares (Durrant e Ferraro, 2001; Matas, 2003; Matas e Magliaro, 2011).

O clique é o estímulo acústico mais utilizado na captação do PEATE, por este possuir um amplo espectro de freqüências (3000 a 6000 Hz), estimulando, desta forma, uma grande população de neurônios (Matas et al., 1998). Quando o PEATE é captado a partir do uso de cliques, o traçado resultante é composto por sete ondas, sendo as ondas I, III e V as maiores em amplitude e mais visíveis (Figura 3). As medidas relativas à amplitude têm sido empregadas, mas as de latência são as mais frequentemente utilizadas para propósitos clínicos (Durrant e Ferraro, 2001). Em geral, a análise do traçado baseia-se na avaliação dos valores de latência absoluta das ondas I, III e V e das latências dos interpicos I-III, III-V e I-V (Matas et al., 1998; Matas, 2001; Matas, 2003; Hall, 2007).

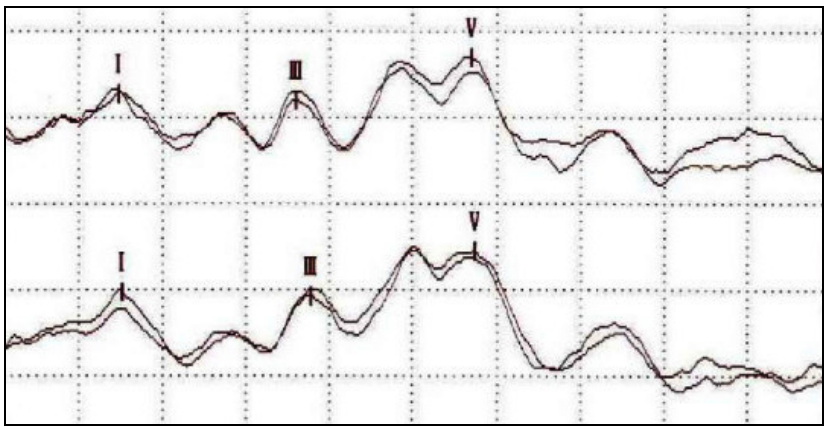


Figura 3: Exemplo de traçado gerado pelo PEATE para o estímulo clique.
Fonte: http://www.bpsmedicine.com/content/1/1/17/figure/F1?highres=y.
(Acessado em 21/05/2013)

Tais medidas são bons parâmetros para fins diagnósticos por serem sensíveis e confiáveis. A presença ou ausência destas respostas dentro de determinado período de latência pode indicar a existência de alterações estruturais e/ou funcionais que podem comprometer a transmissão do estímulo acústico ao longo da via auditiva (Musiek et al., 1999).

Atualmente, pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de caracterizar as respostas evocadas auditivas em tronco encefálico para estímulos mais complexos.

Os primeiros estudos que buscaram avaliar a codificação das propriedades temporais e espectrais deste tipo de sinal foram realizados em modelos animais (Young e Sachs, 1979; Delgutte e Kiang, 1984a; Delgutte e Kiang, 1984b). Em humanos, uma das primeiras descrições destas respostas foi realizada em 1973, em estudo desenvolvido por Moushegian et al. Desde então, o interesse pelo tema vem se tornando crescente e, por isso, nos últimos anos diversas pesquisas vêm sendo realizadas a fim de compreender o modo pelo qual estímulos complexos são processados no tronco encefálico. Neste contexto, os objetivos destes estudos têm sido, dentre outros: estabelecer procedimentos confiáveis e valores normativos para a adequada realização do PEATE com estímulos complexos (Russo et al., 2004); desenvolver abordagens experimentais que expliquem os processos de percepção de estímulos complexos (Koch et al., 1999); caracterizar os resultados do PEATE com estímulo de fala de crianças com distúrbios do processamento auditivo, aprendizagem, fala e linguagem (King et al., 2002; Wible et al., 2004; Song et al., 2006; Rocha et al., 2010; Rocha-Muniz, 2011; Rocha-Muniz et al., 2012); avaliar a plasticidade neuronal em tronco encefálico

por meio do PEATE com estímulos complexos após treinamento auditivo (Hayes et al., 2003; Song et al., 2008; Filippini et al., 2012); avaliar a influência do ruído e de outras condições de escuta adversa nas respostas evocadas auditivas em tronco encefálico eliciadas por estímulos de fala (Bidelman e Krishnan, 2010; Strait et al., 2012); estabelecer correlações entre as respostas em tronco encefálico e as respostas corticais para estímulos de fala (Wible et al., 2005, Kraus e Chandrasekaran, 2010; Strait e Kraus, 2011); caracterizar os resultados do PEATE com estímulos de fala em diferentes faixas etárias (Vander Werff e Burns, 2011; Liu et al., 2012; Anderson et al., 2012).

Quando considerada a maturação das respostas evocadas auditivas em tronco encefálico, verifica-se que existem diferenças com relação ao tipo de estímulo utilizado. Segundo Banai e Kraus (2008), as respostas auditivas evocadas a partir da apresentação do estímulo clique encontram-se maduras aos dois anos de idade. Por outro lado, os valores de latência e a morfologia das respostas auditivas evocadas com estímulos de fala atingem o padrão do adulto por volta dos cinco anos de idade (Johnson et al., 2008).

Segundo Abrams e Kraus (2009), diversas são as vantagens do uso do PEATE com estímulos complexos, como a fala: tais estímulos são mais freqüentes que estímulos mais simples; a compreensão do modo pelo qual o sistema auditivo responde ao estímulo de fala só pode ser obtida por meio do uso deste tipo de estímulo, em função da não linearidade do sistema auditivo; e quando o estímulo é escolhido cuidadosamente, as propriedades acústicas do sinal podem ser controladas. Além disso, a exposição freqüente aos sons de fala e o uso subseqüente destes em contextos lingüísticos, favorecem a plasticidade neuronal da via auditiva, podendo acarretar em mudanças na

representação neural deste tipo de sinal, condição esta que não pode ser predita a partir do uso de estímulos como o clique. Outro aspecto importante que deve ser reforçado diz respeito ao fato das respostas evocadas a partir do uso de estímulos de fala possuírem grande reprodutibilidade intra e intersujeitos, apresentando características morfológicas estáveis (Banai e Kraus, 2008).

O estímulo de fala possui duração significativamente maior do que o clique. Deste modo, a resposta neural repetitiva, gerada a partir da apresentação de um som periódico, como uma nota musical ou a fala, é conhecida como *phase locking*. Esta característica imprime a semelhança entre o estímulo acústico e a resposta gerada no tronco encefálico (Figura 4). Contudo, alguns fatores podem provocar uma defasagem entre estímulo e resposta no domínio do tempo, como o tipo do estímulo de fala, intensidade de apresentação e presença de ruído de fundo (Kraus, 2011).

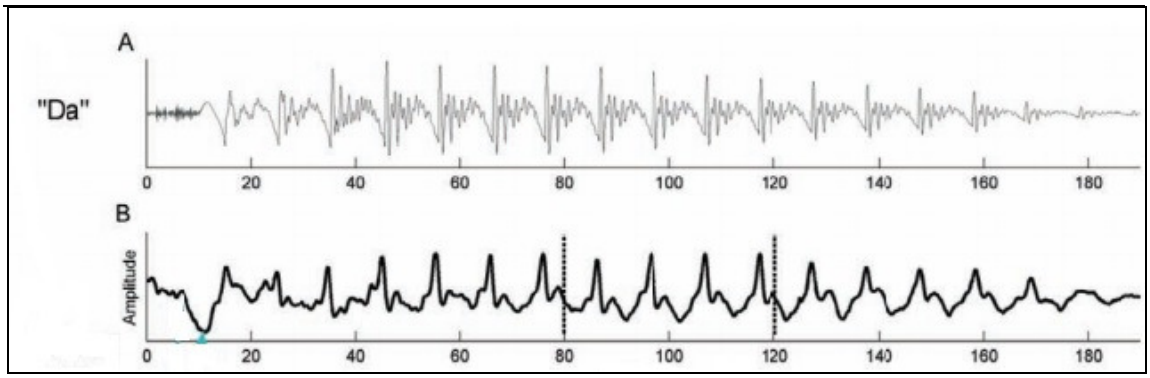


Figura 4: A) Representação gráfica do estímulo [da] em função do tempo. **B)** Traçado gerado pelo PEATE para o estímulo [da]. (Hornickel e Kraus, 2011).

De acordo com Johnson et al. (2005), a resposta gerada no PEATE com estímulo de fala é constituída por um traçado que ocorre, em geral, antes de 10 ms e inclui um pico positivo (onda V análoga à onda V gerada pelo estimulo clique), seguido imediatamente de um pico negativo (onda A). Após o complexo VA, os picos negativos mais estáveis e freqüentes são os picos C e F. A análise deste traçado resultante se dá por meio dos valores de latência e amplitude das ondas V, A, C e F, bem como análise dos valores de latência, amplitude e *slope* do complexo VA.

Russo et al. (2004) referem que na codificação neural do estímulo acústico os aspectos específicos se mantêm, ou seja, a resposta obtida no PEATE com estímulo de fala pode ser dividida, assim como a sílaba, em porção transiente, constituída pelos componentes da resposta *onset*, e porção sustentada, composta pela *Frequency-following response* (FFR) (Figura 5).

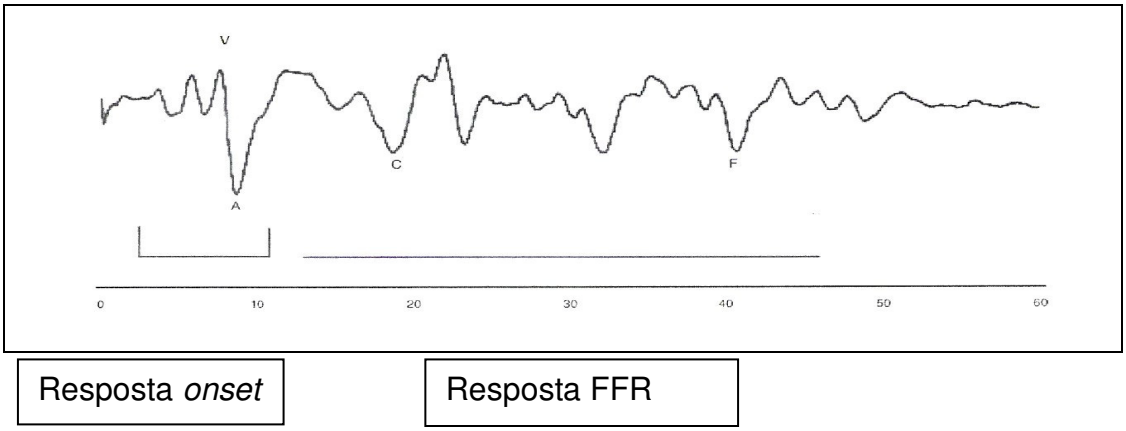


Figura 5: Traçado gerado pelo PEATE para estímulo de fala (Russo et. al., 2004).

De acordo com os autores, a porção *onset* reflete a resposta ao início do estímulo e às modulações sucessivas decorrentes da vibração das pregas vocais. Em contrapartida, a FFR representa a estrutura harmônica da vogal que permanece ao longo da reprodução do estímulo periódico e fornece informações a respeito da integridade geral da resposta em relação ao estímulo apresentado.

Estudos têm demonstrado que diferentes mecanismos cerebrais são responsáveis pelo processamento auditivo de sons da fala e outros sons (Binder et al., 2000; Nicol e Kraus, 2004; Banai e Kraus, 2008).

Abrams e Kraus (2009) realizaram extensa revisão da literatura que teve como objetivo discorrer sobre os mecanismos neurais envolvidos na codificação de determinadas características acústicas da fala, tais como: estrutura do formante, periodicidade, transição de freqüência, *onset* acústico e envelope de fala. Os autores ressaltaram a importância de se estudar o processamento destas características, por possuírem papel essencial na percepção normal da fala. De acordo com os autores, a freqüência fundamental e sua modulação são representadas por uma atividade altamente sincronizada que se reflete na FFR e o início do som da fala é representado por padrões de ativação neural que variam em frações de milissegundos. Adicionalmente, a atividade cortical parece transformar estas diversas pistas acústicas numa representação mais complexa das características acústicas da fala.

Quando se considera a medida eletrofisiológica relacionada às características acústicas supracitadas, tem-se que a estrutura do formante, a periodicidade e a transição de freqüência são representadas na FFR, o *onset* acústico se reflete nos primeiros componentes (ondas V e A – resposta *onset*)

do PEATE com estímulo de fala e o envelope de fala é representado apenas em medidas corticais (Abrams e Kraus, 2009).

A importância de outros elementos no processamento do estímulo de fala, como a experiência auditiva, a influência de outras modalidades sensoriais e a atenção, tem sido ressaltada e avaliada por diversos pesquisadores. Neste sentido, Wong et al. (2004) sugeriram que a experiência associada a um tipo de sinal acústico pode aprimorar o desempenho do sistema auditivo como um todo, indicando que a experiência auditiva é capaz de modificar a codificação sensorial básica.

Musacchia et al. (2006), em estudo realizado com indivíduos normais, avaliaram a influência da leitura labial no processamento auditivo de estímulos complexos no nível do tronco encefálico e verificaram que tal processamento é susceptível à influência visual. Uma hipótese proposta que justificaria esta influência reside no fato de que a informação visual que precede a estimulação acústica utiliza a via cortical ou os mecanismos de atenção que modulam diretamente o processamento auditivo sub-cortical.

Os resultados do estudo realizado por Akhoun et al. (2008) com indivíduos normais indicaram bastante acurácia entre a FFR e a vogal, enquanto que a consoante, representada pela resposta *Onset*, foi pobremente representada, sugerindo que para a compreensão desta, o contexto se mostra importante.

Estudos como os de Galbraith et al. (1998) e Hoormann et al. (2004) indicaram a existência da influência de mecanismos atencionais no tronco encefálico, visto que a atenção dirigida a determinado estímulo auditivo em detrimento de outro (auditivo ou não), em atividades de escuta monótica ou

dicótica, provocaram mudanças na codificação do estímulo de fala, principalmente no que diz respeito aos valores de latência e amplitude das ondas que compõe a FFR.

Aspectos relacionados ao processamento temporal também foram avaliados por meio do PEATE com estímulos de fala. Werner et al. (2001) determinaram os limiares de detecção de *gap* por meio de medidas comportamentais e eletrofisiológicas em adultos audiologicamente normais e observaram estreita correlação entre essas duas medidas, sendo que os limiares obtidos por meio de medidas eletrofisiológicas foram discretamente melhores. Marler e Champlin (2005) verificaram que crianças com alteração de linguagem apresentaram piores respostas na avaliação comportamental (quando comparados aos seus pares em desenvolvimento típico), além de latências aumentadas nos PEA com estímulos de fala.

No que diz respeito à lateralidade da codificação deste tipo de estímulo, Hornickel et al. (2009), ao avaliar as diferenças entre as respostas obtidas a partir da apresentação do estímulo acústico nas orelhas direita e esquerda, verificaram que a assimetria cortical existente para o processamento de elementos lingüísticos se estende ao tronco encefálico, visto haver lateralização do processamento de elementos acústicos importantes para a discriminação da fala. Tais achados também foram descritos por Abrams et al. (2006), que verificaram a existência de uma correlação entre os aspectos temporais das respostas evocadas em tronco encefálico e a assimetria cortical existente para o processamento de sons complexos como a fala. Além disso, os autores indicaram haver evidência de que as respostas em tronco encefálico encontraram-se estritamente relacionadas ao processamento cortical dos sons

de fala, visto que as alterações temporais encontradas nas medidas eletrofisiológicas do tronco encefálico prejudicam o processamento da informação acústica realizado por estruturas corticais.

Krizman et al. (2010) determinaram os efeitos da velocidade de estimulação nas respostas do tronco encefálico para cliques e para sons complexos em indivíduos adultos com audição periférica normal e verificaram que para o estímulo clique, não se observou variação significativa da resposta, enquanto que para o PEATE gerado a partir da apresentação da sílaba /da/, observou-se variação sistemática do tempo de latência da resposta *onset*. Além disso, os autores verificaram que as diferentes taxas de velocidade utilizadas afetaram de maneira distinta os diversos sub-componentes do PEATE com estímulo de fala. O impacto seletivo da velocidade de apresentação do estímulo nos componentes de alta frequência da FFR sugere a presença de mecanismos neurais distintos envolvidos no processamento de componentes de diferentes freqüências.

Ao estudar as diferenças inerentes ao gênero, relacionadas à função auditiva subcortical, Krizman et al. (2012) relataram a presença de valores de latência menores no gênero feminino na resposta *onset* do PEATE com estímulo de fala (sílaba /da/). Por outro lado, a FFR não se mostrou susceptível a este tipo de influência. As autoras concluem que tais resultados estão relacionados à maior incidência de distúrbios de linguagem em indivíduos do gênero masculino.

A fim de avaliar a confiabilidade teste-reteste do PEATE com estímulos de fala, Song et al. (2011) registraram a resposta de tronco encefálico em adultos normais a partir da apresentação estímulos de fala de diferentes

durações na presença ou não de ruído de fundo, em duas sessões distintas. Os resultados obtidos indicaram que tais respostas são estáveis ao longo das sessões, demonstrando o alto grau de replicabilidade do PEATE com estímulo de fala nas diferentes condições de teste. Da mesma forma, Hornickel et al. (2012) verificaram estabilidade das respostas em crianças em desenvolvimento típico.

O efeito do treinamento auditivo sobre as respostas obtidas no PEATE com estímulos complexos também tem sido foco de estudos na área (Hayes et al., 2003; Russo et al., 2005; Song et al., 2011; Filippini et al., 2012). De acordo com Song et al. (2011), o efeito do treinamento envolvendo dimensões sensoriais e cognitivas nas medidas eletrofisiológicas fornecem evidências empíricas sobre a plasticidade neuronal mediada pela experiência e reforçam a teoria de atuação conjunta e coesa das estruturas subcorticais e corticais do SNAC.

Levando-se em consideração que a codificação adequada dos sons pelo sistema auditivo é particularmente importante para a percepção e discriminação dos sons da fala e a complexa interação entre as funções sensoriais e cognitivas existente nas desordens do processamento auditivo, Hornickel e Kraus (2011) ressaltaram que o uso de medidas objetivas do tronco encefálico, como o PEATE com estímulo de fala, na avaliação da função auditiva, pode ser particularmente úteis na obtenção de correlatos biológicos. Além disso, tais medidas, pelo fato de representarem de maneira fidedigna muitas características do estímulo acústico e, por não serem influenciadas por fatores que, em geral, podem comprometer os resultados de uma avaliação

comportamental, como atenção, estado de alerta, motivação, oferecem vantagem significativa na avaliação da função auditiva.

O PEATE gerado a partir da apresentação de estímulos complexos, além de fornecer informações a respeito do processamento dos sons na via auditiva – inclusive sobre experiências lingüísticas e musicais – pode fornecer informações sobre o sistema auditivo eferente. Dentro deste contexto, fatores como atenção auditiva, memória de trabalho auditiva e as atividades do sistema límbico são fatores relacionados às interações cognitivo-sensoriais que vão modular o sistema auditivo à experiência (Krishnan et al., 2005; Wong et al., 2007; Krishnan et al., 2009; Tzounopoulos e Kraus, 2009; Chandrasekaran e Kraus, 2010; Kraus, 2011; Kraus e Anderson, 2012; Kraus e Hornickel, 2012).

Uma vez que o processamento neuronal e as funções cognitivas podem ser influenciados por fatores genéticos e ambientais e, considerando-se as controvérsias existentes no que tange o fato das similaridades comportamentais e neuronais de irmãos serem resultados de material genético compartilhado ou influência ambiental, Hornickel et al. (2013) estudaram tal influência no PEATE obtido com estímulos de fala em três grupos de crianças (pareados ou não com relação às habilidades de leitura/aprendizagem, irmãos e não-irmãos). Os autores verificaram que irmãos apresentaram respostas mais semelhantes que as crianças pareadas somente por idade e gênero ou do que aquelas pareadas pela habilidade de leitura. Além disso, as respostas das crianças pareadas pela habilidade de leitura foram mais semelhantes do que as de crianças pareadas somente por idade e gênero, sustentando a idéia de que o PEATE com estímulo de fala é influenciado pelas variações nas habilidades de leitura. Como conclusão, os autores apontam que a função auditiva em

tronco encefálico pode ser influenciada por fatores genéticos e por habilidades comunicativas tais como leitura, e recomendam o uso do PEATE com estímulo de fala na avaliação do risco para alterações de leitura e de comunicação em membros de uma mesma família.

Outros PEA bastante utilizados na realização de pesquisas que objetivam estudar aspectos da via auditiva central são os PEALL ou respostas de longa latência (*Long Latency Response* – LLR), registrados no período de 50 a 750 ms após a apresentação do estímulo acústico (Ruth e Lambert, 1991).

Os PEALL têm sua origem no córtex auditivo e foram, historicamente, os primeiros PEA a serem descobertos (Davis, 1939). Durante os anos 60 e 70 muitas pesquisas foram desenvolvidas com este potencial, no entanto, observou-se uma redução expressiva no interesse pelo mesmo após as primeiras descrições sobre as aplicações clínicas do PEATE em meados da década de 70 (Hall, 2007; Martin et al., 2008).

Os PEALL podem ser classificados como endógenos ou exógenos. Os potenciais evocados exógenos são diretamente dependentes das características do estímulo (por exemplo, intensidade), contudo seu surgimento independe de qualquer participação ativa do indivíduo avaliado em alguma tarefa (Picton et al., 2000).

Por outro lado, os potenciais endógenos ou relacionados a eventos são respostas eletrofisiológicas registradas a partir de paradigmas específicos que exigem uma tomada de decisão ou atenção por parte do indivíduo avaliado (Hall, 2007). Desta forma, este tipo de potencial mostra-se particularmente útil na avaliação da função cognitiva e de atenção, uma vez que sua geração

envolve os processos de atenção, discriminação auditiva, memória e perspectiva semântica (Kraus e McGee, 1999).

Os principais componentes do potencial exógeno do PEALL são a onda P1 (50-80 ms), N1 (100-150 ms), P2 (150-200ms), e N2 (180-250 ms) (Hall, 2007) e sua geração envolve áreas do córtex auditivo primário e áreas de associação auditivas do lobo temporal (Picton et al., 1999; Cone-Wesson e Wunderlich, 2003). O tempo de maturação dos diversos componentes do PEALL é variável e não atinge o padrão adulto antes da adolescência (Kraus e Nicol, 2009). Os componentes mais precoces, P1 e N1, que em geral encontram-se ausentes em crianças pequenas, surgem mais precocemente que os componentes P2 e N2 (Ponton et al., 2000).

Frizzo et al. (2001) estudaram a ocorrência de diferenças dos componentes do PEALL entre os hemisférios direito e esquerdo em indivíduos com idades entre oito e 18 anos e verificaram diferenças somente para o componente P2 nos indivíduos do gênero masculino.

O potencial endógeno P300, ou Potencial Cognitivo, teve sua primeira descrição em 1965, por Sutton et al. Um paradigma comumente utilizado na captação do P300 envolve a apresentação de um estímulo "*oddball*". Neste, um estímulo inesperado ou raro ocorre dentro de uma série de estímulos esperados ou freqüentes (Kraus e McGee, 1999). Deste modo, quando o indivíduo é instruído a prestar atenção ao estímulo raro (10 a 20% de probabilidade), a amplitude da curva gerada por este estímulo é maior do que aquela gerada pelo estímulo freqüente (80 a 90% de probabilidade), uma vez que leva o sistema a gerar mais ativações neuronais (Cone-Wesson e Wunderlich, 2003; Schochat, 2004).

O componente P300 é uma onda de grande amplitude (5-20 µV), em geral o terceiro pico positivo (P3) que surge por volta de 300 ms. A latência e a amplitude deste potencial podem variar significativamente, dependendo das condições de registro (Hall, 1992) e das demandas cognitivas e atencionais envolvidas na atividade realizada pelo indivíduo avaliado (Cone-Wesson e Wunderlich, 2003).

Segundo Polich (1991), características individuais, como idade, sexo, habilidades cognitivas, e temperatura corporal, são variáveis que podem afetar os valores de amplitude e latência das ondas do P300. De acordo com o autor, outras características, relacionadas ao próprio exame também pode influenciar o seu registro, como o estímulo e a atividade cognitiva realizada.

Picton (1992) refere que quanto maior o valor da amplitude do componente P300, menor sua latência. Polich e Herbst (2000), ao avaliar o coeficiente de variação do P300, concluíram que os valores de latência são considerados indicadores mais confiáveis do que os valores de amplitude na identificação de alterações.

McPherson (1996) referiu que a maturação do P300 ocorre por volta dos 14 anos de idade. Como valores de referência deste potencial, o autor propõe que os valores de latência podem variar de acordo com a faixa etária estudada, conforme descrito a seguir: 5 a 12 anos: entre 241 e 396 ms; 17 e 30 anos: entre 225 e 365 ms; 30 e 50 anos: entre 290 a 380 ms; 50 e 70 anos: entre 350 e 427 ms.

Segundo Cone-Wesson e Wunderlich (2003), o uso dos PEALL traz vantagens, pois suas aplicações clínicas abrangem: obtenção do limiar eletrofisiológico; avaliação da discriminação e percepção de fala, do

desenvolvimento do sistema auditivo e dos benefícios do implante coclear, treinamento auditivo e amplificação.

Ao comparar as respostas exógenas e endógenas em indivíduos com audição normal, Musiek et al. (2005b) verificaram que maior ocorrência do componente P3 em intensidades próximas às dos limiares dos indivíduos avaliados ou 5 dB acima quando comparado aos componentes N1 e P2. Além disso, efeitos significativos relacionados aos valores de latência e amplitude do P300 foram identificados quando o mesmo era obtido em diferentes intensidades.

De acordo com Musiek e Bornstein (1992), alterações no P300 podem ser observadas em diferentes populações infantis, como por exemplo, crianças com déficit de atenção, alterações de fala e linguagem e distúrbio do processamento auditivo.

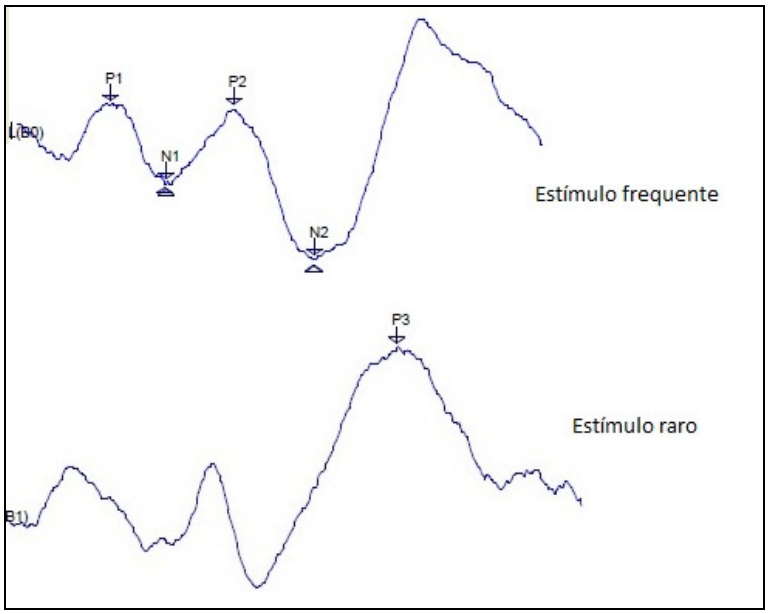


Figura 6: Exemplo de traçado gerado pelo PEALL.

Assim como para o PEATE, diferentes tipos de estímulos também são utilizados na obtenção de potenciais tardios. De acordo com Eggermont e Ponton (2003), a obtenção de potenciais corticais por meio da apresentação de estímulos de fala permite a compreensão dos processos envolvidos na codificação neural dos sons de fala em indivíduos com alteração auditiva. Autores também ressaltaram sua importância na investigação dos processos neurofisiológicos relacionados à percepção de fala (Purdy et al., 2001; Tremblay et al., 2003), uma vez que os PEA evocados por meio da apresentação de estímulos complexos, como a fala, refletem a integridade funcional das vias auditivas no processamento deste tipo de estímulo (Novak et al., 1989; Ostroff et al., 1998).

Neste contexto, pesquisas com PEALL evocados por diferentes estímulos foram realizadas com indivíduos com implante coclear. Micco et al. (1995) compararam os P300 obtidos com estímulos de fala de indivíduos com audição normal e indivíduos que realizaram o implante coclear, e verificaram não haver diferenças nos valores de latência e amplitude na comparação entre os grupos. Contudo, foram observadas diferenças com relação à amplitude de N1, que se mostrou significativamente menor nos usuários de implante coclear. Segundo os autores, tais resultados sugerem que o PEALL pode ser considerado uma ferramenta útil na avaliação de aspectos cognitivos do processamento auditivo em usuários de implante coclear. Kileny et al. (1997) avaliaram, por meio do P300 com estímulos tonais e de fala, crianças com idades entre quatro e 12 anos usuárias de implante coclear. Embora o P300 tenha sido registrado em todos os indivíduos, observou-se ausência de diversos componentes (N1, P2 ou N2). Além disso, verificaram-se valores de latência aumentados quando

utilizado o estímulo de fala. Os autores sugerem que tal característica pode ter ocorrido devido à necessidade de maior tempo no processamento de estímulos complexos.

Lew et al. (1999) compararam os resultados dos P300 obtidos com estímulos tonais e estímulos de fala em indivíduos adultos com lesões cerebrais traumáticas, a fim de avaliar a capacidade preditiva deste potencial com diferentes tipos de estímulos. Os autores concluíram que as respostas corticais obtidas com estímulos de fala são promissoras na avaliação de pacientes com comprometimento cerebral, uma vez que produzem ondas de amplitudes significativamente maiores.

Por outro lado, Tampas et al. (2005) avaliaram adultos audiologicamente normais por meio do P300, obtido com estímulos de fala e não-fala. Os resultados foram distintos tanto na avaliação comportamental como na eletrofisiológica, indicando que os dois tipos de estímulos foram processados de maneira diferente. Na avaliação comportamental, observou-se pior desempenho nas tarefas de discriminação dos estímulos de fala e na avaliação eletrofisiológica foram observados maiores valores de latência e menores valores de amplitude da onda P300 quando do uso deste tipo de estímulo.

Pesquisas têm demonstrado que as características espectrais dos diferentes estímulos complexos resultam em PEA com morfologia correlata (Sharma e Dorman, 1999; Martin e Boothroyd, 1999; Martin e Boothroyd, 2000).

Ouyang et al. (2008) verificaram que, assim como para os estímulos tonais, a intensidade também influencia a captação do P300 com estímulos de fala, ou seja, verifica-se uma diminuição nos valores de latência da onda

quando há o aumento da intensidade do estímulo. Tal padrão não foi observado para os valores de amplitude. Aumentos na latência da onda P300 e diminuições na amplitude dos potenciais exógenos foram verificados por Garinis e Cone-Wesson (2007) quando da diminuição da intensidade da estimulação. Os autores sugeriram que a variação nos valores de latência pode estar relacionada à velocidade do processamento cognitivo necessária para a realização da tarefa de discriminação, enquanto que os resultados relacionados à amplitude sugerem que a demanda atencional varia com a intensidade do estímulo durante a discriminação das características de fala.

Agung et al. (2006) registraram PEA com diferentes tipos de estímulos de fala em indivíduos que apresentavam limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade, a fim de caracterizar o processamento cortical para diferentes tipos de estímulos complexos, bem como avaliar qual a duração do estímulo ideal para o registro deste potencial. Foram verificadas diferenças no que tange a amplitude dos traçados produzidos por sons de fala cuja concentração de energia encontrava-se nas altas freqüências daqueles evocados por sons de frequência baixa. Foram observados, também, efeitos significantes relacionados à duração do estímulo, ou seja, estímulos de curta duração produziram respostas com maiores amplitudes e menores latências. Os autores concluíram que as variáveis latência e amplitude podem oferecer um indicador objetivo de que sons de fala espectralmente diferentes são codificados de maneira distinta em nível cortical.

O efeito do treinamento auditivo também foi verificado por autores nos potenciais tardios. Tremblay et al. (2001) observaram mudanças na amplitude das ondas N1 e P2 e concluíram que mudanças na morfologia do traçado

refletem aumento na sincronia neural bem como melhora das conexões já existentes.

3.3 – Gagueira e Audição: evidências obtidas por meio de testes comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos

Considerando que as diferenças com relação ao processamento da informação auditiva entre indivíduos que gaguejam e aqueles que não gaguejam nem sempre se manifestam em testes comportamentais, é prudente questionar se os mecanismos neurais relacionados a esse processamento são diferentes ou não, e se a presença de mecanismos neurais atípicos poderia representar um dos fatores biológicos responsáveis pelos distúrbios da fluência.

As habilidades sensoriais e suas relações com o planejamento e execução da fala vêm sendo cada vez mais investigadas nos indivíduos que gaguejam. Especificamente no que tange os aspectos auditivos, resultados discrepantes têm sido obtidos nos estudos que caracterizaram os resultados de testes auditivos comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos de indivíduos gagos com o intuito de identificar padrões de respostas associados à gagueira (Manning e Riensche, 1976; Karr, 1977; Hall e Jerger, 1978; Toscher e Rupp, 1978; Liebetrau e Daly, 1981; Blood e Blood, 1984; Kramer et al., 1987; Meyers et al., 1989; Maiorino, 1993; Blood, 1996; Von Suchodoletz e Wolfram, 1996; Rosanowski et al., 1998; Khedr et al., 2000; Arcuri et al., 2004; Howell et al., 2006; Andrade et al., 2007; Jutras et al., 2007; Hampton e Weber-Fox, 2008; Angrisani et al., 2009; Kaganovich et al., 2010; Sassi et al., 2011; Arcuri, 2012).

Como referido anteriormente, o estudo da função/sistema auditivo (periférico e central) compreende uma gama extensa de metodologias. Tendo em vista que a avaliação do PA (C) envolve a verificação de inúmeras e distintas habilidades auditivas, é evidente que a maior parte dos estudos encontrados na literatura compulsada investigou a função auditiva dos indivíduos gagos por meio de diferentes testes comportamentais do PA (C). Contudo, considerando-se os métodos utilizados na presente pesquisa, maior ênfase será dada às pesquisas que utilizaram os testes comportamentais de avaliação do processamento temporal e os testes eletrofisiológicos. Cabe ressaltar, ainda, que não foram encontrados estudos que caracterizassem os resultados do teste GIN em indivíduos gagos, bem como dos PEA com estímulos de fala.

Hall e Jerger (1978) avaliaram 20 indivíduos, sendo 10 gagos e 10 não-gagos, por meio de avaliações eletroacústicas e comportamentais do PA (C) e verificaram diferenças sutis entre os dois grupos, com relação à amplitude dos reflexos acústicos, SSI com mensagem competitiva ipsilateral e SSW, sugerindo a presença de comprometimentos ao nível do tronco encefálico. Da mesma forma, em outras pesquisas realizadas com o teste SSI, verificou-se pior desempenho em indivíduos gagos (Toscher e Rupp, 1978; Nuck et al., 1987). Por outro lado, Wynne e Boehmler (1982), bem como Kramer et al. (1987) não observaram diferenças estatisticamente significantes nos resultados do SSI entre gagos e fluentes.

Com relação aos resultados do teste SSW, os achados de Arcuri (2012) não corroboraram aqueles apresentados por Hall e Jerger (1978), uma vez que os autores não observaram diferenças estatisticamente significantes entre

gagos e não-gagos. Resultados distintos foram relatados por Blood (1996) e Schiefer et al. (1999), que verificaram diferença estatisticamente significante.

Os resultados do teste dicótico consoante-vogal de indivíduos gagos também já foram descritos na literatura especializada, tendo sido encontradas diferenças entre gagos e seus pares não-gagos, tanto em tarefas de atenção livre, como de escuta direcionada (Maiorino, 1993; Foundas et al., 1999; Foundas et al., 2004).

O processamento auditivo temporal também foi objeto de pesquisa em indivíduos gagos. Meyers et al. (1989) avaliaram 20 adultos gagos e 20 não-gagos em duas tarefas de processamento auditivo envolvendo escuta dicótica e ordenação temporal. Não foram observadas diferenças entre os grupos com relação ao desempenho na tarefa que envolvia o parâmetro temporal.

Em estudos que avaliaram o desempenho de crianças gagas em testes que envolviam percepção de fala no ruído (Howell et al., 2000; Howell et al., 2006), tem-se que as crianças gagas apresentaram piores resultados quando comparadas ao grupo de crianças fluentes, e que crianças que apresentavam recuperação na fluência da fala tinham melhores resultados do que crianças com gagueira persistente.

Ao avaliar o PA (C) de indivíduos com diagnóstico de gagueira, Andrade et al. (2008) referiram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os graus de gravidade da gagueira e os resultados dos testes de processamento auditivo.

Andrade e Schochat (1999) verificaram possíveis relações entre o grau de gravidade da gagueira e as alterações observadas no teste padrão de freqüência em adultos gagos. Silva et al. (2011) avaliaram crianças gagas e

seus pares não-gagos por meio do testes padrão de freqüência e padrão de duração e observaram desempenho significativamente inferior no grupo de crianças gagas, o que sugere a presença de relação entre a gagueira e dificuldade nos aspectos relacionados ao processamento temporal da informação acústica.

Arcuri (2012) avaliou o desempenho de um grupo de indivíduos gagos em uma bateria de testes do PA (C) e caracterizou o efeito de supressão das EOA nesta população. Apenas 6,6% dos indivíduos gagos apresentaram adequação em todas as habilidades do processamento auditivo e a maior ocorrência de alterações neste grupo se deu nos testes que utilizaram estímulos não-verbais. Além disso, o grupo de indivíduos gagos apresentou maior ausência do efeito de supressão, sendo a diferença com relação a este achado estatisticamente significante quando da comparação entre os grupos. Segundo a autora, tais resultados sugerem um funcionamento inadequado do sistema olivococlear eferente medial.

Von Suchodoletz e Wolfram (1996) registraram o PEATE de 25 crianças do gênero masculino com alterações de linguagem, 12 com história de gagueira e 49 em desenvolvimento típico, sem queixas auditivas. Verificaram atrasos estatisticamente significativos nas latências das ondas III, IV e V nas crianças com alteração de linguagem, contudo tal diferença não foi observada no grupo de crianças gagas.

Ferrand et al. (1991) estudaram aspectos do processamento central e função laríngea em gagos e não-gagos por meio de um modelo contínuo de tempo de reação fonatória. Por meio da avaliação do P300 e de determinados

movimentos laríngeos, não foram verificadas diferenças significativas a cerca do padrão temporal entre os grupos.

Morgan et al. (1997) avaliaram as possíveis diferenças entre os resultados do P300 de adultos gagos e não-gagos. Os autores verificaram diferenças entre os grupos com relação ao padrão das atividades inter-hemisféricas, uma vez que cinco dos oito participantes do grupo de gagos apresentaram maior amplitude de resposta no hemisfério direito.

Rosanowski et al. (1998) caracterizaram os resultados de potenciais corticais evocados a partir da apresentação de diferentes estímulos (tom puro, ruído e palavras) em dez indivíduos gagos. Um indivíduo apresentou resultados normais em todas as avaliações, os demais apresentaram resultados heterogêneos, sendo identificadas diferenças corticais hemisféricas. Os autores concluíram que tais resultados corroboraram aqueles descritos em estudos realizados com PET, que indicam que a gagueira possui causas orgânicas relacionadas a disfunções do SNC.

Khedr et al. (2000) registraram os potenciais evocados visuais e auditivos de gagos e seus pares não-gagos, com idades entre seis e 25 anos a fim de identificar a presença de correlações entre os resultados destes potenciais e a gagueira. No que diz respeito aos PEA, verificou-se um aumento significativo dos valores de latência das ondas I, III e V e interpicos I-III e I-V do PEATE. Com relação ao PEALL, não foram observadas diferenças significantes entre os grupos para as variáveis estudadas (N1, P2, P3).

Em um estudo de caso no qual se descreveu os resultados das avaliações comportamentais e eletrofisiológicas em um sujeito gago com distúrbio de aprendizagem, Jutras et al. (2007) verificaram a presença de

alterações do processamento auditivo, particularmente relacionadas ao processamento temporal e a integração binaural, bem como nos resultados da avaliação eletrofisiológica (potenciais evocados auditivos de média e longa latência).

Andrade et al. (2007), em estudo-piloto que buscou investigar a relação entre a melhora da sintomatologia da gagueira e atividade cerebral, avaliaram três indivíduos gagos, por meio do potencial cognitivo P300, antes e após um programa terapêutico de tratamento da gagueira. Os resultados indicaram haver uma correlação positiva significante entre a redução na porcentagem de sílabas gaguejadas e a melhora na amplitude do potencial evocado para a orelha direita.

Hampton e Weber-Fox (2008) avaliaram o processamento auditivo não verbal de gagos e não gagos por meio de testes comportamentais (foram comparados acurácia e tempo de reação) e eletrofisiológicos (PEA relacionados a eventos). Nos testes comportamentais observou-se a seguinte tendência no grupo de gagos: desempenho menos acurado e maior tempo de resposta. Com relação às ondas N1 e P2, não foram observadas diferenças entre os grupos; contudo, verificou-se que os indivíduos com menor acurácia foram aqueles que apresentaram pequenas amplitudes em N1 e aqueles com maior tempo de reação foram aqueles com amplitudes de P2 diminuídas. Tais achados sugerem que um pequeno subgrupo de indivíduos que gaguejam demonstrou diferenças evidentes relacionadas à representação cortical do *input* auditivo, que podem estar relacionadas a um pior desempenho na avaliação comportamental. Com relação ao P300, verificou-se uma tendência a

menores valores médios de amplitude no grupo de gagos, contudo, tais resultados não tiveram correlação com aqueles da avaliação comportamental.

Angrisani et al. (2009) registraram os PEA de curta, média e longa latências em adultos gagos e seus pares não-gagos, antes e após um período de três meses, no qual realizou-se um programa terapêutico para tratamento da gagueira nos indivíduos gagos. Os achados indicaram redução na latência das ondas dos PEA em alguns indivíduos gagos, sugerindo haver plasticidade neuronal após o tratamento. De acordo com os autores, o potencial evocado auditivo de média latência (PEAML) e o P300 melhor caracterizaram os grupos avaliados.

Kaganovich et al. (2010) avaliaram o processamento auditivo não-linguístico e a memória de trabalho de crianças com e sem gagueira por meio do PEA relacionados a eventos. Os grupos não diferiram entre si no que tange os componentes N1 e P1 dos PEA, no entanto diferenças foram verificadas com relação ao componente P3, sugerindo que a gagueira do desenvolvimento pode estar associada a alterações relacionadas à atenção e a memória de trabalho.

Sassi et al. (2011) avaliaram, por meio do potencial cognitivo P300, os possíveis efeitos do tratamento para gagueira em indivíduos gagos adultos. Para tal, registraram os valores de latência e amplitude do potencial antes e após programa terapêutico específico para tratamento da gagueira, e compararam posteriormente tais valores. Os sujeitos avaliados apresentaram redução significativa do grau de gravidade da gagueira após o tratamento. Os valores obtidos com relação às variáveis do P300 analisadas estiveram dentro dos padrões de normalidade adotados em ambas as avaliações, pré- e pós-

tratamento. Os autores ressaltam que, embora não tenham sido verificadas variações estatisticamente significantes antes e depois do programa terapêutico, os indivíduos gagos apresentaram valores médios de latência menores para a orelha direita, na avaliação pós-tratamento.

Métodos

4. Métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Este trabalho consiste em um estudo transversal, prospectivo, observacional e descritivo, tendo sido aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com o protocolo de pesquisa nº 1321/09 (Anexo A). As avaliações foram realizadas após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos pais ou responsáveis pelas crianças (Anexo B).

4.1 – Casuística

Participaram deste estudo 20 crianças, com idades entre sete e 11 anos, 14 do gênero masculino e seis do gênero feminino. Do total de crianças avaliadas, 10 apresentavam diagnóstico de gagueira (três do gênero feminino e sete do gênero masculino; idade média de 10,1 anos) pertencentes ao grupo estudo e 10 encontravam-se em desenvolvimento típico (três do gênero feminino e sete do gênero masculino; idade média de 10,3 anos), pertencentes ao grupo controle. As crianças do grupo controle foram pareadas com as crianças do grupo estudo quanto ao gênero e a idade. Todos os participantes

apresentavam resultados normais na avaliação audiológica convencional, encontravam-se num nível de escolaridade adequado para a faixa etária, não apresentavam queixa ou história clínica de traumatismo craniano, doenças otológicas, convulsão, dislexia, distúrbios de aprendizagem, alterações neurológicas ou psiquiátricas e não faziam uso de medicamentos.

As crianças gagas foram encaminhadas pelo Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fluência, Motricidade Oral e Funções da Face do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). O diagnóstico de gagueira foi feito por um fonoaudiólogo antes de sua inclusão no presente estudo. De acordo com a avaliação fonoaudiológica realizada, oito crianças foram classificadas com tendo grau leve (80%), uma grau moderado (10%) e uma grau grave (10%).

As crianças pertencentes ao grupo controle foram selecionadas dentre os residentes da cidade de São Paulo por preencher os critérios de inclusão estabelecidos.

Foram adotados como critérios de inclusão específicos para cada grupo:

Grupo Controle:

- Não apresentar queixa de alteração de fala e linguagem, nem ter sido submetido à terapia fonoaudiológica;
- Ter desempenho adequado nas provas de Fonologia e Fluência do ABFW Teste de Linguagem Infantil;
- Apresentar perfil da fluência da fala dentro dos valores de referência adotados para a faixa etária (Andrade, 2006) e receber um total de menos de 10 pontos no SSI-3 (Riley, 1994).

Grupo Estudo:

- Apresentar diagnóstico fonoaudiológico de gagueira (pontuação do perfil da fluência fora dos valores de referência para a idade (Andrade, 2006) e receber um total de 11 pontos ou mais no SSI-3 (Riley, 1994).
- Não apresentar outra alteração de fala ou linguagem.

4.2 – Materiais

Os materiais e equipamentos utilizados para a realização das avaliações serão descritos a seguir:

1- ABFW – Teste de Linguagem infantil nas áreas de Fonologia, Vocabulário, Fluência e Pragmática (Andrade et al., 2004). O mesmo foi utilizado na avaliação da linguagem por se tratar de um teste padronizado para crianças da cidade de São Paulo.

2- Protocolo de coleta da história clínica do paciente. Protocolo elaborado e utilizado pelo Setor de Audiologia Clínica do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Anexo C);

3- Otoscópio da marca Heine, para a realização da inspeção visual do meato acústico externo;

4- Analisador de orelha média marca Interacoustic, modelo AT235H, microprocessado e calibrado segundo padrões ANSI S3.39 – 1987, para realização das medidas de imitância acústica;

5- Audiômetro modelo GSI-61, marca Grason-Stadler e fones de ouvido supra-aurais modelo TDH-50, atendendo aos padrões ANSI S3.6-1989; ANSI S3.43-1992; IEC 645-21 (1992).

6- Cabine acústica da marca Siemens atendendo à norma ANSI S3.1-1991 de quantidade de ruído ambiental, para a realização da avaliação audiológica;

7- Equipamento Sistema Portátil – Marca *Intelligent Hearing Systems* (ANSI S3.7-1996), para a captação dos potenciais evocados auditivos. Este equipamento consiste de um computador portátil, um gerador de estímulos acústicos, um "mediador" (caixa na qual são conectados eletrodos), quatro eletrodos de superfície (prata) e fones de inserção (ER3).

8- Pastas abrasiva, para limpeza da pele do indivíduo e eletrolítica, para favorecer a captação do potencial evocado auditivo;

9- Esparadrapo do tipo microporoso, para fixação dos eletrodos à pele.

10- Aparelho *Discman* da marca Coby, acoplado diretamente ao audiômetro para apresentação dos estímulos do teste GIN.

11- *Compact disc* com a gravação do teste GIN.

4.3 – Procedimentos

As crianças participantes foram submetidas a avaliações audiológicas, compostas por testes comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos.

Todos os procedimentos realizados serão descritos a seguir, na ordem em que foram executados.

4.3.1 – Informações sobre a pesquisa para os pais ou responsáveis.

Os esclarecimentos sobre a pesquisa para os pais ou responsáveis das crianças de ambos os grupos foram realizados anteriormente ao início das avaliações, sendo apresentados verbalmente e por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado previamente pela Comissão de Ética desta Instituição, e assinado pelo responsável após a explicação e leitura.

4.3.2 – Coleta dos dados da avaliação de fala e linguagem

As crianças do grupo controle foram submetidas à avaliação nas áreas de fluência e fonologia pela pesquisadora executante por meio do teste ABFW – Teste de Linguagem infantil (Andrade et al., 2004). As crianças do grupo estudo foram submetidas à avaliação fonoaudiológica no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fluência, Motricidade Oral e Funções da Face do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

Para a avaliação da fluência, foram obtidas amostras de fala contendo 200 sílabas fluentes (número de sílabas fluentes necessárias para a análise da amostra). Para a obtenção da amostra, foi solicitado aos participantes que falassem a respeito de uma figura apresentada. As amostras de fala foram, então, transcritas e caracterizadas quanto à tipologia das rupturas segundo o Protocolo do Perfil da Fluência (Andrade, 2006) e pelo SSI-3 (Riley, 1994), para determinar o grau de gravidade da gagueira.

4.3.3 – Coleta da história clínica dos indivíduos

Após a seleção das crianças participantes por meio das avaliações de fala e linguagem, realizou-se a coleta da história clínica dos indivíduos com os pais ou responsáveis, utilizando-se do protocolo do serviço de Audiologia Clínica do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP para a obtenção de dados pessoais do indivíduo, assim como informações referentes à história pregressa do distúrbio em questão (quando da sua existência); desenvolvimento neuropsicomotor; alterações neurológicas; psiquiátricas e/ou comportamentais; uso de medicamentos; presença de fatores pré-, peri- e pós-natais considerados como de risco para deficiência auditiva; ocorrência de episódios de otite, e queixas dos pais sobre dificuldades auditivas ou de fala e/ou linguagem.

4.3.4 – Coleta dos dados das avaliações audiológicas e eletrofisiológicas da audição

Após a coleta da história clínica do indivíduo, foi feita a inspeção do meato acústico externo, a fim de verificar possíveis obstruções por presença de cerúmen ou corpo estranho que pudessem impedir a realização das avaliações.

Foram fornecidas orientações aos indivíduos sobre cada avaliação, sendo estas repetidas e enfatizadas quando necessário. Os procedimentos que compuseram as avaliações audiológica e eletrofisiológica foram realizados no mesmo dia. As avaliações serão descritas na ordem em que foram executadas:

I – Avaliação Audiológica: Composta pelos seguintes exames:

- Medidas de Imitância Acústica (timpanometria e pesquisa dos reflexos acústicos ipsilaterais, nas freqüências de 500, 1000, 2000, 4000 Hz). Cada indivíduo foi orientado a permanecer quieto durante a captação da curva timpanométrica e dos reflexos acústicos.

- Audiometria Tonal Liminar, nos moldes adotados por Mangabeira - Albernaz et al. (1981), realizada nas freqüências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz. O indivíduo foi orientado a levantar a mão ou apertar o "botão" sempre que o estímulo acústico fosse ouvido. O exame foi realizado com fones de ouvido supra-aurais em cabine acústica.

- Logoaudiometria, sendo pesquisados o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e o Índice de Reconhecimento de Fala (IRF), com as listas de vocábulos propostas por Santos e Russo (1991). O indivíduo foi orientado a repetir as palavras emitidas pelo avaliador da maneira que entendesse. Tais exames foram realizados com fones de ouvido supra-aurais em cabine acústica.

- Teste GIN: O teste GIN é composto por séries de seis segmentos de ruído que compreendem até três intervalos de silêncio ou *gaps*. O intervalo interestímulo entre os segmentos de ruído é de cinco segundos. Dez diferentes durações de *gap* (2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20 ms) são empregadas e a duração, bem como a localização do *gap* dentro dos segmentos de ruído, são determinadas de maneira pseudoramdômica. O ruído utilizado no teste é um ruído branco uniformemente distribuído gerado por computador. Os estímulos do teste encontravam-se em um *compact disc* conectado a um audiômetro, sendo apresentados por meio de fones supra-aurais numa intensidade de 50

dB acima da média do LRF obtidos em ambas as orelhas. Trinta e cinco itens foram apresentados aos sujeitos, que foram instruídos a pressionar o botão da pêra no momento em que fosse identificado o *gap*. Antes do início do teste, era realizado um treino prático para que fosse garantido que o sujeito havia compreendido a tarefa. A folha utilizada pelo examinador para o registro dos resultados continha o número do *gap*, o intervalo de tempo em que o *gap* ocorreu e a duração do *gap*. O limiar de detecção do *gap* (LDG) e a porcentagem de respostas corretas (PRC) foram as medidas analisadas e utilizadas na comparação entre os grupos. O LDG corresponde ao *gap* de menor duração identificado pelo sujeito em pelo menos 66,6% das vezes em que o mesmo foi apresentado. O exame foi realizado em cabine tratada acusticamente.

II – Avaliação Eletrofisiológica da audição: Os potenciais evocados auditivos foram obtidos com os indivíduos sentados, dentro de uma sala tratada acústica e eletricamente. A avaliação eletrofisiológica consistiu na obtenção do PEATE com estímulos clique e complexo (sílaba /da/), e do PEALL com estímulos *tone burst* e complexo (sílabas /da/ e /ba/). Os estímulos acústicos foram apresentados por meio de fones de inserção. Após a higiene da pele com pasta abrasiva, foram utilizados pasta eletrolítica e esparadrapo do tipo microporoso para fixação dos eletrodos em posições pré-determinadas de acordo com o sistema 10-20 *International Electrode System* (IES) (Jasper, 1958). Os valores de impedância dos eletrodos foram verificados antes do início de cada exame, devendo encontrar-se abaixo de 5 kOhms. A seguir,

serão descritos os parâmetros adotados para cada avaliação eletrofisiológica realizada:

Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência: O registro deste potencial foi realizado utilizando-se um paradigma *oddball*, com eletrodos posicionados da seguinte forma: eletrodos ativo (Cz) e terra (Fpz) dispostos no centro do crânio (linha média) e fronte respectivamente, e os eletrodos de referência nas mastóides esquerda (M1) e direita (M2). Os estímulos foram apresentados randomicamente na intensidade de 75 dBnNA, numa velocidade de 1.1 estímulos por segundo. Foram utilizados filtros passa-alto de 1 Hz e passa-baixo de 30 Hz e as respostas eram registradas num período de 512 ms após a apresentação do estímulo acústico. O estímulo raro representou 15% do total de 300 estímulos apresentados. Os sujeitos foram instruídos a contar os estímulos raros em voz alta sempre que estes fossem percebidos. Os estímulos *tone burst* (polaridade rarefeita, duração de 50000 µs) foram apresentados nas frequências de 1000 Hz (estímulo frequente) e 1500 Hz (estímulo raro). As sílabas (polaridade rarefeita, duração de 50000 µs) utilizadas foram /ba/ (estímulo freqüente) e /da/ (estímulo raro). Artefatos que excederam ± 66 µV foram eliminados da resposta promediada. A resposta neural foi obtida com uma amplificação de 150,000.

Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo clique: O estímulo clique (polaridade rarefeita, duração de 100 µs) foi apresentado nas orelhas direita e esquerda, numa velocidade de 19.1 estímulos por segundo e intensidade de 80 dBnNA. Foram realizadas duas varreduras de 2048 estímulos cada. A janela de gravação era de 12 ms, sendo

utilizados filtros passa-alto de 100 Hz e passa-baixo de 3000 Hz. Os eletrodos foram posicionados da seguinte forma: eletrodos ativo (Fz) e terra (Fpz) dispostos na fronte, e os eletrodos de referência nas mastóides esquerda (M1) e direita (M2). Artefatos que excederam ± 25 µV foram eliminados da resposta promediada. A resposta neural foi obtida com uma amplificação de 100,000.

Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo de fala: A sílaba /da/ (polaridade alternada, duração de 40000 µs) foi apresentada na orelha direita a 80 dBnNA, numa velocidade de 11.1 estímulos por segundo. Esta sílaba foi escolhida pelo fato de fonemas plosivos possuírem considerável informação fonética, favorecendo a obtenção de traçados robustos e confiáveis. Além disso, segundo a literatura, as respostas obtidas a partir da apresentação do estímulo na orelha direita apresentam menores tempos de latência do que aquelas obtidas na orelha esquerda, devido à especialização hemisférica (hemisfério esquerdo) para o processamento dos estímulos lingüísticos (Hornickel et al., 2009). Foi promediado um total de 3000 estímulos (três varreduras de 1000 estímulos), com filtro passa-alto de 100 Hz e passa-baixo de 3000 Hz. A janela de gravação foi de 64 ms. Artefatos que excederam ± 20 µV foram eliminados da resposta promediada. A resposta neural foi obtida com uma amplificação de 100,000.

4.3.5 – Análise dos resultados obtidos nas avaliações realizadas

Com relação à avaliação audiológica, foi necessário que todos os participantes da pesquisa apresentassem resultados normais na audiometria tonal, logoaudiometria e medidas de imitância acústica, com base nos critérios descritos a seguir:

– **Medidas de Imitância Acústica:** curva timpanométrica tipo A (Jerger, 1970), e reflexos acústicos ipsilaterais presentes nas freqüências de 500, 1000 e 2000 Hz, entre 80 e 95 dB NA (Carvallo et al., 2000) em ambas as orelhas;

– **Audiometria tonal liminar e logoaudiometria:** limiares tonais menores ou iguais a 25 dB NA em ambas as orelhas (Goodman, 1965); para o LRF, respostas iguais ou até 10 dB acima da média dos limiares auditivos das freqüências de 500, 1000 e 2000 Hz na audiometria tonal (Santos e Russo, 1991); para o IRF, porcentagem de acerto entre 88% e 100% (Gates e Chakeres, 1988) na intensidade de 30 dB acima do LRF.

– **Teste GIN:** LDG Foram considerados como valores normativos, os valores médios de LDG obtidos na pior orelha em crianças em desenvolvimento típico (Shinn et al., 2009), conforme quadro 1. Valores que excedessem 2 desvios-padrão eram classificados como alterados.

Quadro 1 – Valores normativos adotados para o teste GIN (Shinn et al., 2009)

Grupos por faixa etária	LDG	Desvio Padrão
7:0 a 7:11	5.36	1.36
8:0 a 8:11	5.00	1.00
9:0 a 9:11	5.10	1.37
10:0 a 10:11	5.30	1.25
11:0 a 11:11	4.80	0.63

Os traçados obtidos na avaliação eletrofisiológica da audição foram analisados por dois examinadores especialistas da área, a fim de se verificar a concordância entre juízes no que tange à identificação dos picos das ondas para cada PEA. Nos casos em que houve discordância com relação à identificação de determinada pico, um terceiro juiz foi convocado.

– PEALL (estímulos *tone burst* e de fala): Nos traçados obtidos, as ondas N1, P1, N2, P2 e P300 foram identificadas, sendo suas latências absolutas e amplitudes (P1-N1, P2-N2, P3) calculadas pelo próprio computador. Tendo em vista a faixa etária dos indivíduos avaliados na presente pesquisa e considerando-se que o processo maturacional deste potencial ocorre até aproximadamente os 14 anos de idade (Mc Pherson, 1996), não foram adotados valores de normalidade para as variáveis deste PEA.

– PEATE com estímulo clique: Nos traçados obtidos, as ondas I, III e V foram identificadas, sendo suas latências absolutas e interpicos (I-III, III-V e I-V) calculadas pelo próprio computador. Foram considerados como valores normativos, os valores de latência absoluta e interpicos propostos no manual do equipamento utilizado, que se encontram descritos no quadro abaixo. Os resultados que excedessem 2 desvios-padrão foram classificados como alterados.

Quadro 2 – Valores normativos adotados propostos no manual do equipamento IHS para o PEATE obtido com estímulo clique

PEATE	Onda I	Onda III	Onda V	I-III	III-V	I-V
Mínimo	1,11	3,30	5,25	1,68	1,58	3,60
Máximo	2,07	3,98	5,89	2,60	2,14	4,40

– PEATE com estímulo de fala: O traçado analisado, que representou a atividade no tronco encefálico, resultou da soma dos três traçados obtidos. Neste, as ondas V, A, C e F foram identificadas. A análise das ondas V, A, C e F do PEATE geradas pela apresentação da sílaba /da/ se baseou na descrição de Russo et al. (2004). Estas ondas foram analisadas quanto às suas latências e amplitudes absolutas, além da análise da latência e amplitude do complexo VA. Os valores obtidos foram calculados pelo próprio computador. Não foram encontrados na literatura valores de referência que pudessem ser adotados como critérios de normalidade para este potencial, uma vez que na presente pesquisa foram utilizados equipamento e metodologia distintos.

4.5 – Análise estatística dos dados

Neste trabalho, foi realizada uma análise dos dados quantitativos, na qual foram obtidos valores de média, mediana, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo para cada variável estudada, sendo posteriormente comparados os resultados dos grupos controle e estudo.

Inicialmente, foram avaliadas as distribuições de todas as variáveis estudadas a fim de se verificar se as mesmas eram ou não normais. Foi então verificado, para cada variável, se as observações nos dois grupos eram correlacionadas, uma vez que as amostras são pareadas. Como medida de correlação, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis com distribuição normal, e o de Spearman para as variáveis que não apresentaram distribuição normal.

Utilizou-se o teste de Mann-Whitney na comparação dos resultados do teste GIN entre os grupos controle e estudo. Na comparação das médias das respostas do PEALL (ambos os estímulos) e PEATE (estímulo clique) entre os grupos, utilizou-se a técnica de análise de variância com medidas repetidas. Na análise do PEATE (estímulo de fala), a comparação entre as médias referentes às variáveis estudadas foi feita por meio do teste *t-Student*, sendo a suposição de igualdade das variâncias nos dois grupos avaliada por meio do teste de Levene.

O resultado de cada comparação realizada gerou uma estatística denominada p-valor. O nível de significância adotado foi de 0,05 (5%). Para melhor visualização dos resultados, os valores de p considerados estatisticamente significantes foram assinalados com um asterisco (*) e encontram-se em negrito nas tabelas apresentadas no capítulo de Resultados.

Com o objetivo de formar grupos homogêneos internamente e heterogêneos entre si, utilizou-se a técnica de análise de agrupamentos. Seu propósito fundamental é classificar os valores de uma matriz de dados sob estudo em grupos discretos, podendo ser utilizada quando se deseja explorar as similaridades entre indivíduos ou entre variáveis, definindo-os em grupos, considerando simultaneamente, no primeiro caso, todas as variáveis medidas em cada indivíduo e, no segundo, todos os indivíduos nos quais foram feitas as mesmas mensurações. Nesta análise, os indivíduos com número de 1 a 10 são do grupo controle e aqueles numerados de 11 a 20 pertencem ao grupo estudo.

A forma gráfica mais usada para representar o resultado final dos diversos agrupamentos é o dendrograma. Nele estão dispostas linhas ligadas segundo os níveis de similaridade que agruparam pares de variáveis. Como este gráfico é uma simplificação em duas dimensões de uma relação n-dimensional é inevitável que algumas distorções quanto à similaridade apareçam. Na presente pesquisa, todas as análises de agrupamento realizadas foram também representadas por meio do dendrograma.

Resultados

5. Resultados

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos nas avaliações de 20 crianças, dez pertencentes ao Grupo Estudo (GE) e dez ao Grupo Controle (GC).

Primeiramente, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados do teste GIN e, a seguir, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados dos PEA.

5.1 – Teste Gaps in Noise (GIN)

As tabelas 1 e 2, e os gráficos 1 e 2, referem-se às estatísticas das variáveis estudadas no teste GIN (LDG e PRC) para ambos os grupos.

Ressalta-se que todas as crianças avaliadas apresentaram resultados normais, conforme critério de normalidade adotado.

Tabela 1 – Distribuições de frequências e porcentagens do LDG nos grupos Controle e Estudo

Grupo	LDG					Total
	2 ms	3 ms	4 ms	5 ms	6 ms	
Controle	0 0,0%	0 0,0%	5 50,0%	3 30,0%	2 20,0%	10 100,0%
Estudo	1 10,0%	1 10,0%	6 60,0%	2 20,0%	0 0,0%	10 100,0%
Total	0 5,0%	2 5,0%	11 55,0%	5 25,0%	2 10,0%	20 100,0%

Legenda: LDG: limiar de detecção de *gap;* ms:milissegundo.

A análise realizada apontou não haver diferença estatisticamente significativa entre as distribuições do LDG (ou GDT – *Gap detection threshold*) entre os grupos (p=0,066).

Gráfico 1 – Distribuição de porcentagens do LDG nos grupos Controle e Estudo – Teste GIN

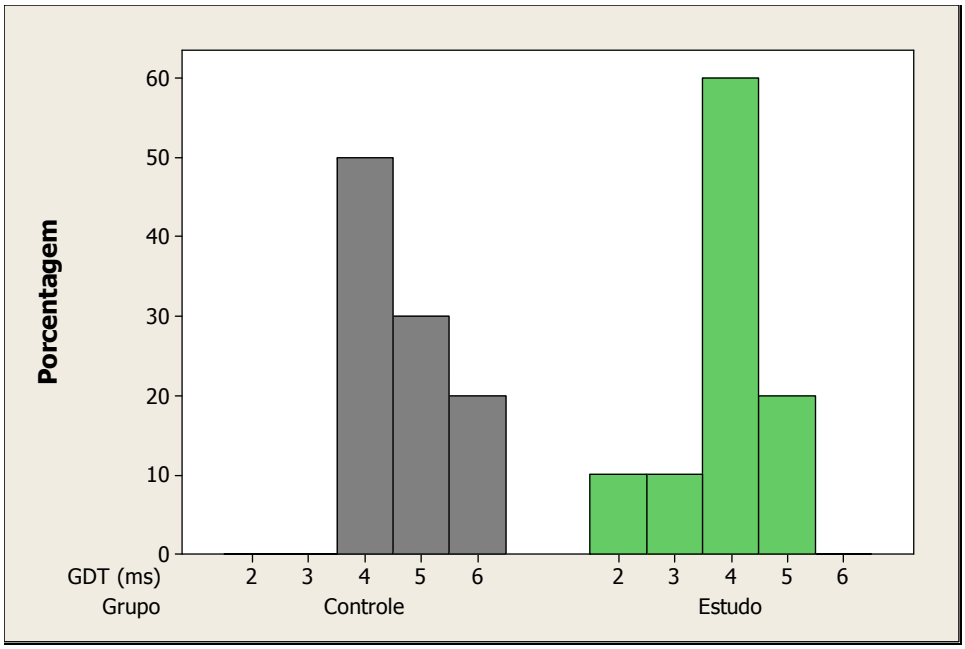


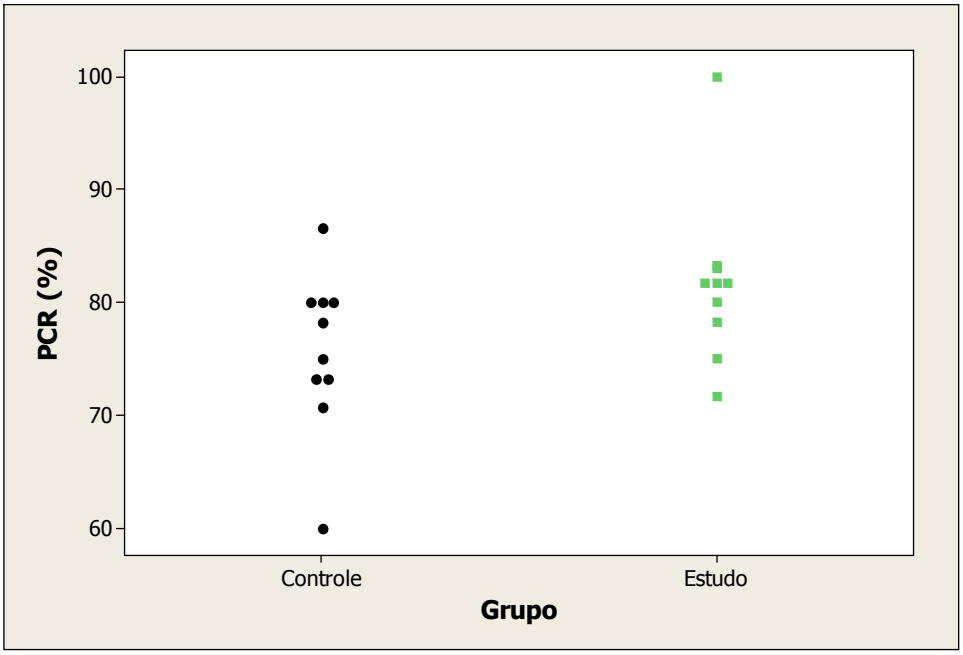
Tabela 2 – Resumo descritivo do PRC (%) nos grupos Controle e Estudo

Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Controle	10	75,7	7,2	60	76,7	86,6
Estudo	10	81,6	7,4	71,7	81,7	100
Total	20	78,7	7,7	60	80	100

Legenda: PRC: porcentagem de respostas corretas; DP: Desvio-Padrão

O teste de Mann-Whitney apontou não haver diferença estatisticamente significante entre as distribuições do PRC (ou PCR – *Percentage of Correct Responses*) nos dois grupos (p=0,062).

Gráfico 2 – Valores descritivos individuais do PRC nos grupos Controle e Estudo – Teste GIN.



Com relação aos resultados do teste GIN, para ambas as variáveis estudadas, observou-se melhor desempenho por parte dos indivíduos do grupo estudo, embora tal diferença não tenha sido estatisticamente significante.

5.2 – Potenciais Evocados Auditivos

5.2.1 – Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico

A seguir, encontram-se as estatísticas descritivas das variáveis estudadas no PEATE com estímulo clique nas orelhas direita e esquerda (latências das ondas I, III, V e interpicos I-III, III-V e I-V), para ambos os grupos (tabelas 3 e 5 e gráficos 3 e 4), sendo apresentados valores de média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo, e p-valor (tabelas 4 e 6), quando da comparação entre os grupos Controle e Estudo.

Ressalta-se que todas as crianças avaliadas apresentaram resultados normais, conforme critério de normalidade adotado.

Tabela 3 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas I, III e V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique

Onda	Orelha	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
I	OD	GC	10	1,56	0,07	1,45	1,56	1,65
		GE	10	1,52	0,14	1,23	1,52	1,75
		Total	20	1,54	0,11	1,23	1,55	1,75
	OE	GC	10	1,58	0,13	1,40	1,57	1,75
		GE	10	1,54	0,12	1,30	1,55	1,73
		Total	20	1,56	0,12	1,30	1,56	1,75
III	OD	GC	10	3,80	0,10	3,60	3,81	3,95
		GE	10	3,83	0,08	3,73	3,84	3,95
		Total	20	3,81	0,09	3,60	3,84	3,95
	OE	GC	10	3,80	0,11	3,52	3,85	3,88
		GE	10	3,76	0,06	3,70	3,76	3,85
		Total	20	3,78	0,09	3,52	3,77	3,88
V	OD	GC	10	5,59	0,11	5,35	5,62	5,68
		GE	10	5,55	0,19	5,22	5,53	5,80
		Total	20	5,57	0,15	5,22	5,60	5,80
	OE	GC	10	5,60	0,10	5,50	5,60	5,80
		GE	10	5,56	0,09	5,50	5,54	5,70
		Total	20	5,58	0,09	5,50	5,6	5,80

Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; DP: Desvio-padrão.

Tabela 4 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência das ondas I, III e V do PEATE com estímulo clique

Onda	Grupo	Orelha	Grupo x Orelha
I	0,423	0,282	0,956
III	0,850	0,139	0,139
V	0,398	0,753	0,935

Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre as médias das latências absolutas das ondas I, III e V, quando da comparação entre os grupos e nas duas orelhas.

Gráfico 3 – Valores individuais de latência das ondas I, III e V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique

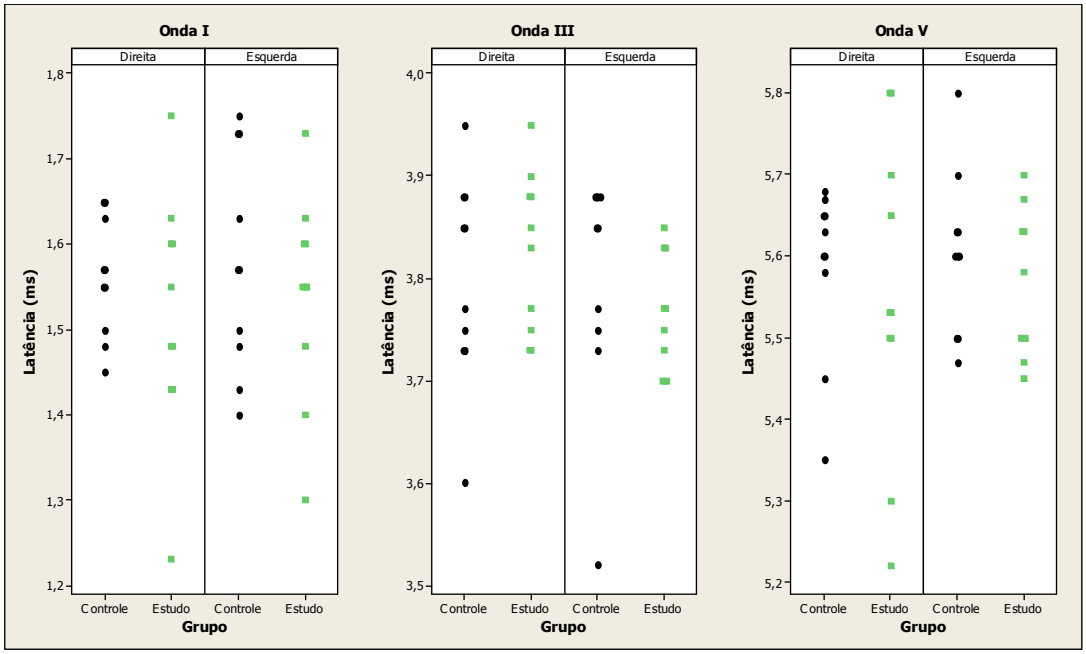


Tabela 5 – Estatística descritiva dos valores médios de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique

Interpico	Orelha	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
I-III	OD	GC	10	2,23	0,08	2,03	2,24	2,32
		GE	10	2,31	0,16	2,02	2,34	2,52
		Total	20	2,27	0,13	2,02	2,26	2,52
	OE	GC	10	2,23	0,12	2,05	2,18	2,43
		GE	10	2,23	0,13	2,05	2,23	2,53
		Total	20	2,23	0,12	2,05	2,21	2,53
III-V	OD	GC	10	1,82	0,11	1,57	1,84	1,95
		GE	10	1,73	0,21	1,45	1,74	2,07
		Total	20	1,77	0,17	1,45	1,80	2,07
	OE	GC	10	1,82	0,10	1,65	1,84	1,97
		GE	10	1,80	0,10	1,65	1,78	1,98
		Total	20	1,81	0,10	1,65	1,81	1,98
I-V	OD	GC	10	4,05	0,12	3,8	4,08	4,20
		GE	10	4,04	0,17	3,82	4,03	4,37
		Total	20	4,04	0,15	3,8	4,05	4,37
	OE	GC	10	4,04	0,08	3,93	4,01	4,2
		GE	10	4,02	0,16	3,77	4,05	4,28
		Total	20	4,03	0,12	3,77	4,02	4,28

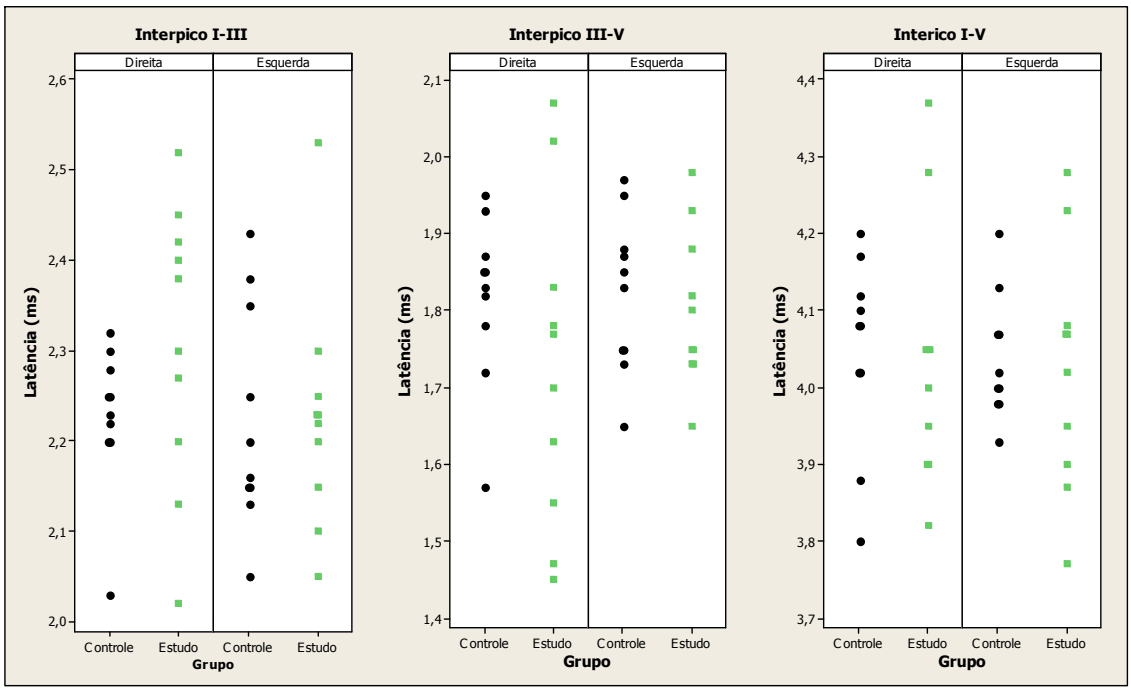
Legenda: OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; DP: Desvio-padrão.

Tabela 6 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique

Interpico	Grupo	Orelha	Grupo x Orelha
I-III	0,441	0,057	0,075
III-V	0,305	0,239	0,314
I-V	0,823	0,733	0,950

Para as médias dos valores de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V, não foi observada diferença estatisticamente significante, entretanto, nota-se que o p-valor correspondente à comparação entre as médias nas duas orelhas foi próximo a 0,05 para o interpico I-III.

Gráfico 4 – Valores individuais de latência dos interpicos I-III, III-V e I-V nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo clique



As tabelas 7 e 8 e o gráfico 5 se referem aos resultados obtidos na análise de agrupamentos, para as variáveis do PEATE com estímulo clique.

Tabela 7 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência das ondas I, III e V – PEATE com estímulo clique

Onda	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
I	1	2	1,69	0,01	1,68	1,69	1,69
	2	5	1,62	0,07	1,53	1,60	1,70
	3	7	1,56	0,06	1,48	1,55	1,67
	4	4	1,45	0,03	1,42	1,44	1,49
	5	1	1,53		1,53	1,53	1,53
	6	1	1,27		1,27	1,27	1,27
III	1	2	3,80	0,07	3,75	3,80	3,85
	2	5	3,88	0,02	3,87	3,88	3,92
	3	7	3,79	0,05	3,75	3,77	3,87
	4	4	3,77	0,05	3,72	3,77	3,82
	5	1	3,56		3,56	3,56	3,56
	6	1	3,79		3,79	3,79	3,79
V	1	2	5,73	0,02	5,72	5,73	5,75
	2	5	5,65	0,03	5,62	5,64	5,69
	3	7	5,49	0,04	5,40	5,50	5,54
	4	4	5,64	0,06	5,58	5,63	5,72
	5	1	5,46		5,46	5,46	5,46
	6	1	5,40		5,40	5,40	5,40

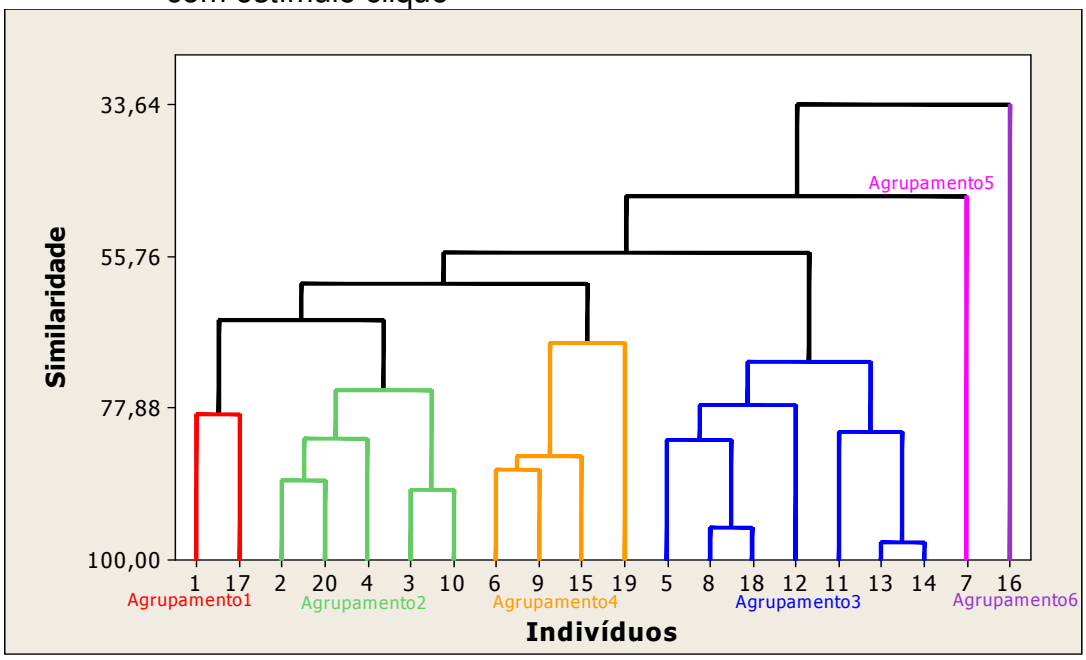
Legenda: DP: Desvio-Padrão.

Tabela 8 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência dos interpicos I-III, III-V e I-V – PEATE com estímulo clique

Interpico	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
I-III	1	2	2,12	0,08	2,06	2,12	2,18
	2	5	2,25	0,07	2,18	2,26	2,35
	3	7	2,23	0,09	2,09	2,23	2,33
	4	4	2,32	0,03	2,30	2,31	2,36
	5	1	2,04		2,04	2,04	2,04
	6	1	2,53		2,53	2,53	2,53
III-V	1	2	1,98	0,03	1,96	1,98	2,00
	2	5	1,80	0,05	1,74	1,80	1,87
	3	7	1,70	0,06	1,63	1,72	1,78
	4	4	1,88	0,09	1,79	1,86	2,00
	5	1	1,90		1,90	1,90	1,90
	6	1	1,61		1,61	1,61	1,61
I-V	1	2	4,09	0,04	4,07	4,09	4,12
	2	5	4,04	0,05	4,00	4,03	4,12
	3	7	3,93	0,05	3,84	3,92	4,01
	4	4	4,19	0,07	4,14	4,17	4,30
	5	1	3,94		3,94	3,94	3,94
	6	1	4,14		4,14	4,14	4,14

Legenda: DP: Desvio-Padrão.

Gráfico 5 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEATE com estímulo clique



Na análise de agrupamentos, observou-se a formação de seis grupos. Nota-se a presença de indivíduos de ambos os grupos nos agrupamentos de um a quatro. Contudo, o agrupamento de número dois é predominantemente formado por indivíduos do grupo controle e o três por indivíduos do grupo estudo. O agrupamento cinco é composto por um único indivíduo do grupo controle e o seis por um único indivíduo do grupo estudo, e esses indivíduos são discrepantes em relação aos demais.

A tabela 9 e o gráfico 6 referem-se à estatística descritiva das variáveis estudadas no PEATE com estímulo de fala (latências das ondas V, A, C e F; latência e amplitude do complexo VA), para ambos os grupos, sendo apresentados valores de média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo. A tabela 10 refere-se aos p-valores obtidos quando da comparação entre os grupos controle e estudo.

Tabela 9 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas V, A, C e F e latência e amplitude do complexo VA nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo de fala

Onda/Interpico	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
V (ms)	GC	10	6,93	0,62	6,0	6,9	8,0
	GE	10	6,54	0,58	5,0	6,6	7,0
	Total	20	6,73	0,62	5,0	6,8	8,0
A (ms)	GC	10	8,58	0,74	7,5	8,4	9,9
	GE	10	8,33	1,19	6,1	8,0	9,9
	Total	20	8,45	0,97	6,1	8,3	9,9
C (ms)	GC	10	17,14	1,24	15,1	17,3	18,9
	GE	10	20,32	2,33	17,9	19,1	25,0
	Total	20	18,73	2,44	15,1	18,8	25,0
F (ms)	GC	10	40,78	1,43	39,3	40,5	43,6
	GE	10	40,10	0,79	39,0	39,9	41,5
	Total	20	40,44	1,18	39,0	40,0	43,6
VA (ms)	GC	10	1,65	0,46	1,1	1,6	2,5
	GE	10	1,79	0,83	0,6	1,8	2,8
	Total	20	1,72	0,65	0,6	1,6	2,8
VA (µV)	GC	10	0,43	0,19	0,2	0,4	0,8
	GE	10	1,31	0,58	0,5	1,2	2,6
	Total	20	0,87	0,61	0,2	0,7	2,6

Legenda: GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos; ms: milissegundos; µV: microvolts.

Tabela 10 – P-valores obtidos na análise das variâncias e das médias dos valores de latência das ondas V, A, C e F, latência e amplitude do complexo VA do PEATE com estímulo de fala

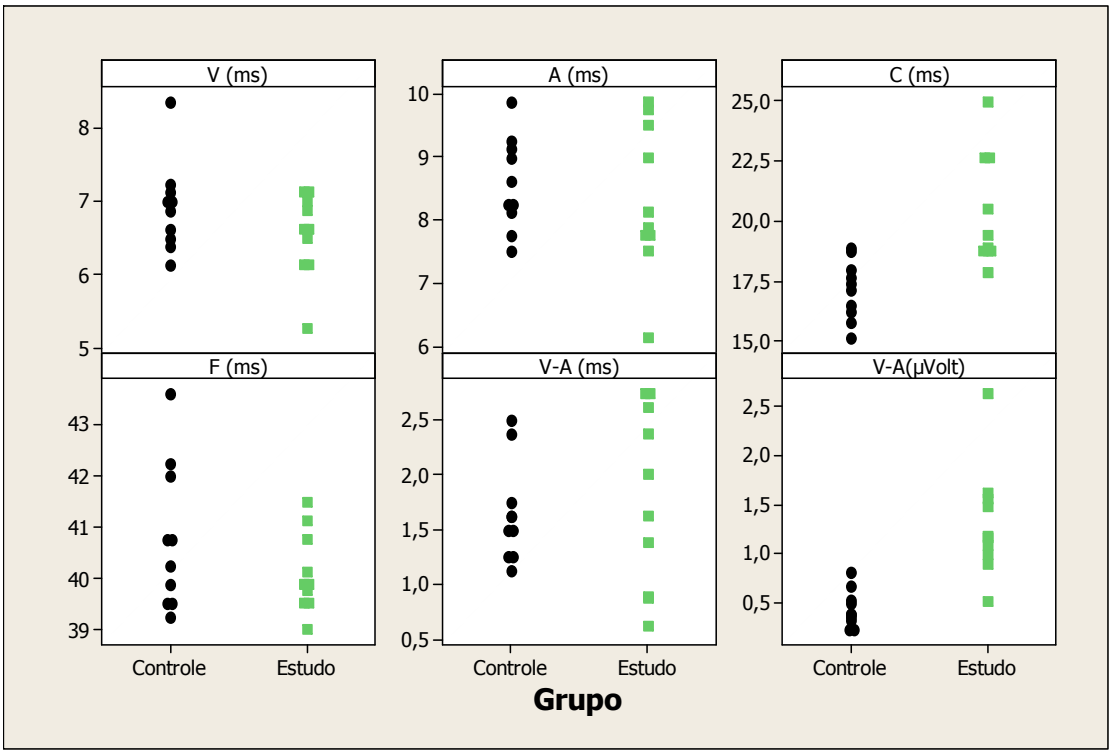
Onda/Interpico	Igualdade de variâncias	Igualdade de médias
V	0,970	0,168
A	0,128	0,579
C	**0,050***	**0,002***
F	0,115	0,209
VA (latência)	**0,017***	0,654
VA (amplitude)	**0,048***	**0,001***

* p-valor estatisticamente significante

Os resultados indicaram que a variabilidade da latência da onda C no grupo estudo é maior que no controle, o mesmo ocorrendo para os valores de ambas as variáveis do complexo VA (latência e amplitude). Observou-se haver diferença estatisticamente significante entre os grupos para os valores de

latência da onda C e amplitude do complexo VA do PEATE com estímulo de fala, sendo as médias apresentadas pelo grupo estudo maiores que aquelas observadas no grupo controle, para ambas as variáveis.

Gráfico 6 – Valores individuais de latência das ondas V, A, C e F, latência e amplitude do complexo VA nos grupos Controle e Estudo – PEATE com estímulo de fala



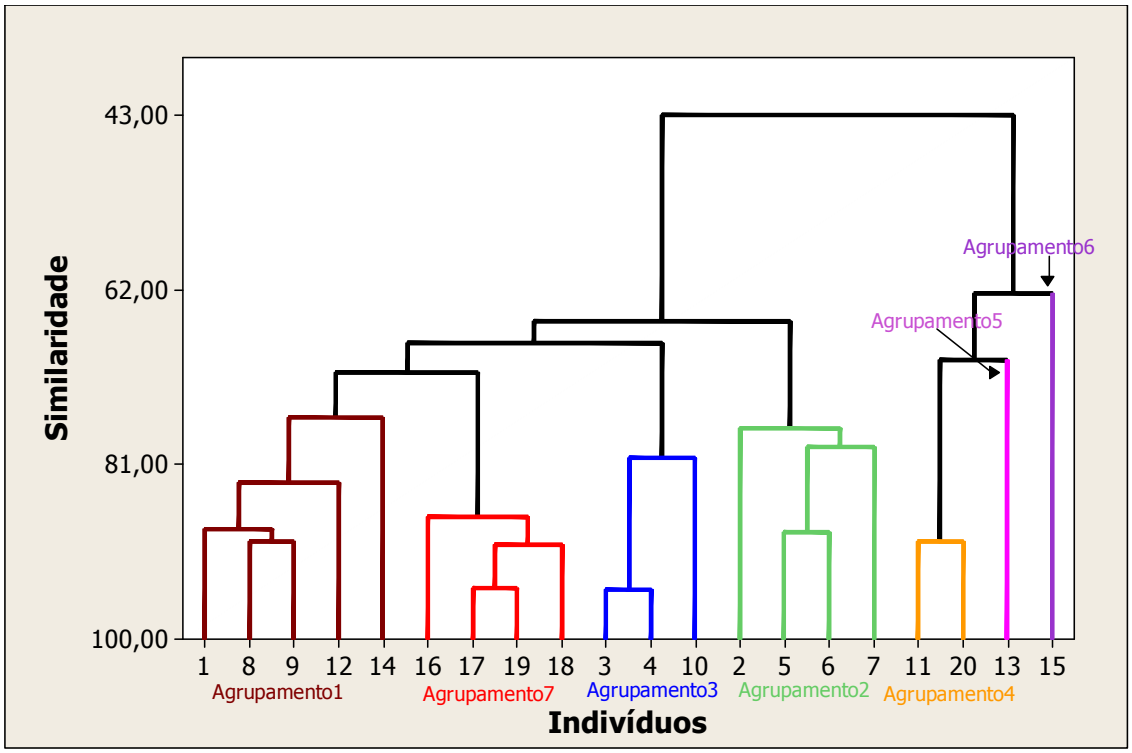
A tabela 11 e o gráfico 7 se referem aos resultados obtidos na análise de agrupamentos, para as variáveis do PEATE com estímulo de fala.

Tabela 11 – Resumo descritivo das variáveis do PEATE com estímulo de fala em cada agrupamento

Onda/Interpico	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
V	1	5	6,43	0,36	6,13	6,38	7,00
	2	4	7,22	0,79	6,63	6,94	8,38
	3	3	6,96	0,40	6,50	7,13	7,25
	4	2	6,88	0,35	6,63	6,88	7,13
	5	1	6,13		6,13	6,13	6,13
	6	1	5,25		5,25	5,25	5,25
	7	4	6,91	0,21	6,63	6,94	7,13
A	1	5	7,83	0,27	7,5	7,75	8,25
	2	4	9,13	0,67	8,25	9,19	9,88
	3	3	8,59	0,44	8,13	8,63	9,00
	4	2	7,63	0,18	7,5	7,625	7,75
	5	1	8,13		8,13	8,13	8,13
	6	1	6,13		6,13	6,13	6,13
	7	4	9,53	0,39	9,00	9,625	9,88
C	1	5	17,75	0,62	17,13	17,63	18,75
	2	4	15,91	0,60	15,13	16	16,5
	3	3	18,54	0,48	18,00	18,75	18,88
	4	2	22,63	0,00	22,63	22,63	22,63
	5	1	25,00		25,00	25,00	25,00
	6	1	20,50		20,5	20,5	20,5
	7	4	18,94	0,30	18,75	18,815	19,38
F	1	5	40,38	0,55	39,88	40,25	41,13
	2	4	39,75	0,68	39,25	39,5	40,75
	3	3	42,63	0,88	42,00	42,25	43,63
	4	2	40,32	0,62	39,88	40,315	40,75
	5	1	41,50		41,50	41,50	41,50
	6	1	40,13		40,13	40,13	40,13
	7	4	39,44	0,31	39,00	39,5	39,75
VA (ms)	1	5	1,40	0,22	1,12	1,38	1,62
	2	4	1,91	0,62	1,25	1,935	2,50
	3	3	1,63	0,13	1,50	1,63	1,75
	4	2	0,75	0,18	0,62	0,745	0,87
	5	1	2,00		2,00	2,00	2,00
	6	1	0,88		0,88	0,88	0,88
	7	4	2,62	0,18	2,37	2,69	2,75
VA (µV)	1	5	1,01	0,98	0,22	0,52	2,64
	2	4	0,32	0,07	0,22	0,345	0,38
	3	3	0,60	0,23	0,35	0,66	0,80
	4	2	0,98	0,14	0,88	0,98	1,08
	5	1	0,98		0,98	0,98	0,98
	6	1	1,15		1,15	1,15	1,15
	7	4	1,29	0,53	0,50	1,51	1,62

Legenda: DP:Desvio-Padrão; N: Número de indivíduos

Gráfico 7 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEATE com estímulo de fala



Na análise de agrupamentos, observou-se a formação de sete grupos. Nota-se a presença de indivíduos de ambos os grupos no agrupamento um. Os agrupamentos dois e três são formados exclusivamente por indivíduos do grupo controle e os agrupamentos de número quatro, cinco, seis e sete por indivíduos do grupo estudo. Ressaltam-se as seguintes características nos grupos formados: no agrupamento dois foram observados altos valores médios de latência das ondas V e A, baixas dos valores de latência da onda C e baixa amplitude VA; no agrupamento três destacam-se o alto valor médio da latência da onda F e baixo valor da amplitude do complexo VA; no quatro, destaca-se o baixo valor médio da latência do complexo VA; no agrupamento cinco observaram-se baixos valores médios de latência da onda V e altos das ondas C, F e complexo VA; no agrupamento seis foram observadas médias baixas

dos valores de latência das ondas V, A e complexo VA e altos valores de amplitude do complexo VA; no agrupamento sete destacam-se os altos valores médios da latência da onda A e complexo VA, baixos valores da latência da onda F e altos valores médios de amplitude do complexo VA.

5.2.1 – Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

As tabelas 12 e 14 e gráficos 8 e 9 referem-se à estatística descritiva das variáveis estudadas no PEALL com estímulo *tone burst* (latências das ondas P1, N1, P2, N2, P3; amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3), para ambos os grupos, sendo apresentados valores de média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo. As tabelas 13 e 15 referem-se aos p-valores obtidos quando da comparação entre os grupos.

Ressalta-se que um indivíduo do GC e dois indivíduos do GE não apresentaram a onda P1 na OD e um indivíduo do GE não apresentou as ondas P1, N1, P2 e N2 bilateralmente. Tais dados não foram considerados na análise dos dados quantitativos (latência e amplitude) referente à comparação entre os grupos.

Tabela 12 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst*

Teste	Orelha	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1	OD	GC	9	77,2	20,8	45	73	119
		GE	7	81,0	23,8	57	71	127
		Total	16	78,9	21,5	45	72	127
	OE	GC	10	84,1	23,2	56	81	123
		GE	9	72,0	11,1	62	69	95
		Total	19	78,4	19,0	56	70	123
N1	OD	GC	10	115,6	24,2	87	113	158
		GE	9	113,6	24,2	87	107	167
		Total	19	114,6	23,5	87	107	167
	OE	GC	10	122,6	34,2	88	106,5	199
		GE	9	108,1	13,1	83	108	130
		Total	19	115,7	26,8	83	107	199
P2	OD	GC	10	177,5	22,5	140	180,5	224
		GE	9	174,7	38,8	128	165	267
		Total	19	176,2	30,4	128	176	267
	OE	GC	10	183,2	34,7	165	170	279
		GE	9	163,1	15,0	132	168	181
		Total	19	173,7	28,4	132	168	279
N2	OD	GC	10	230,0	18,5	192	229	261
		GE	9	234,4	35,0	198	231	321
		Total	19	232,1	26,9	192	230	321
	OE	GC	10	236,5	45,1	200	222,5	359
		GE	9	218,4	13,7	203	212	239
		Total	19	228,0	34,4	200	219	359
P3	OD	GC	10	318,7	44,2	275	311	394
		GE	10	307,1	33,6	268	296,5	386
		Total	20	312,9	38,7	268	297,5	394
	OE	GC	10	317,8	36,1	273	309,5	401
		GE	10	306,1	37,8	248	302	367
		Total	20	312,0	36,5	248	307	401

Legenda: GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos;

Tabela 13 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência das ondas P1, N1, P2, N2, P3 do PEALL com estímulo *tone burst*

Onda	Grupo	Orelha	Grupo x Orelha
P1	0,485	0,962	0,269
N1	0,330	0,895	0,461
P2	0,245	0,798	0,378
N2	0,508	0,685	0,280
P3	0,459	0,898	0,995

Os resultados apresentados apontaram não haver diferença estatisticamente significante entre as médias das latências dos grupos controle e estudo, para todas as variáveis estudadas. Da mesma forma, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda.

Tabela 14 – Estatística descritiva dos valores médios das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst*

Teste	Orelha	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1-N1	OD	GC	9	3,71	1,83	1,49	3,61	6,47
		GE	7	3,96	3,34	1,58	2,92	11,14
		Total	16	3,82	2,50	1,49	3,27	11,14
	OE	GC	10	4,31	2,30	2,57	3,30	10,24
		GE	9	2,86	1,95	0,57	2,22	5,65
		Total	19	3,62	2,21	0,57	3,19	10,24
P2-N2	OD	GC	10	3,97	2,34	1,46	3,61	8,46
		GE	9	6,44	2,44	2,94	6,45	10,01
		Total	19	5,14	2,64	1,46	4,30	10,01
	OE	GC	10	4,37	1,67	1,25	4,65	7,37
		GE	9	5,09	2,72	2,31	4,60	10,65
		Total	19	4,71	2,19	1,25	4,63	10,65
P3	OD	GC	10	12,94	5,87	5,20	12,66	19,96
		GE	10	12,41	4,74	7,99	10,14	19,21
		Total	20	12,68	5,20	5,20	10,99	19,96
	OE	GC	10	10,99	3,41	5,45	10,76	16,12
		GE	10	10,63	3,09	7,89	9,15	16,07
		Total	20	10,81	3,17	5,45	9,91	16,12

Legenda: GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda; DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos.

Tabela 15 – P-valores obtidos na análise dos valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 do PEALL com estímulo *tone burst*

Onda	Grupo	Orelha	Grupo x Orelha
P1-N1	0,401	0,835	0,300
P2-N2	0,100	0,428	0,118
P3	0,794	0,094	0,934

As comparações realizadas indicaram que não houve diferença estatisticamente significante entre as médias das amplitudes dos dois grupos e entre as orelhas direita e esquerda.

Gráfico 8 – Valores individuais das latências das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst*

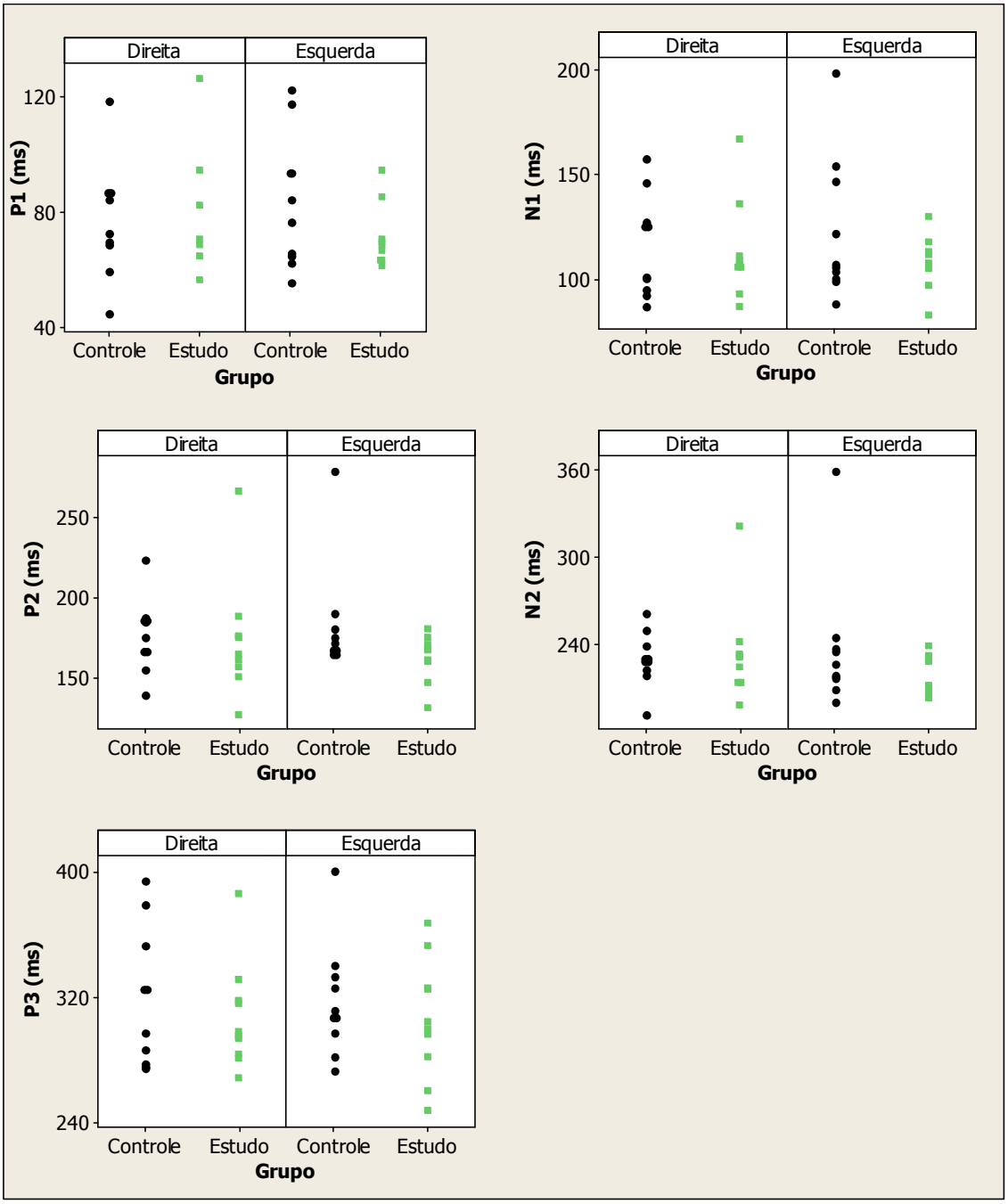
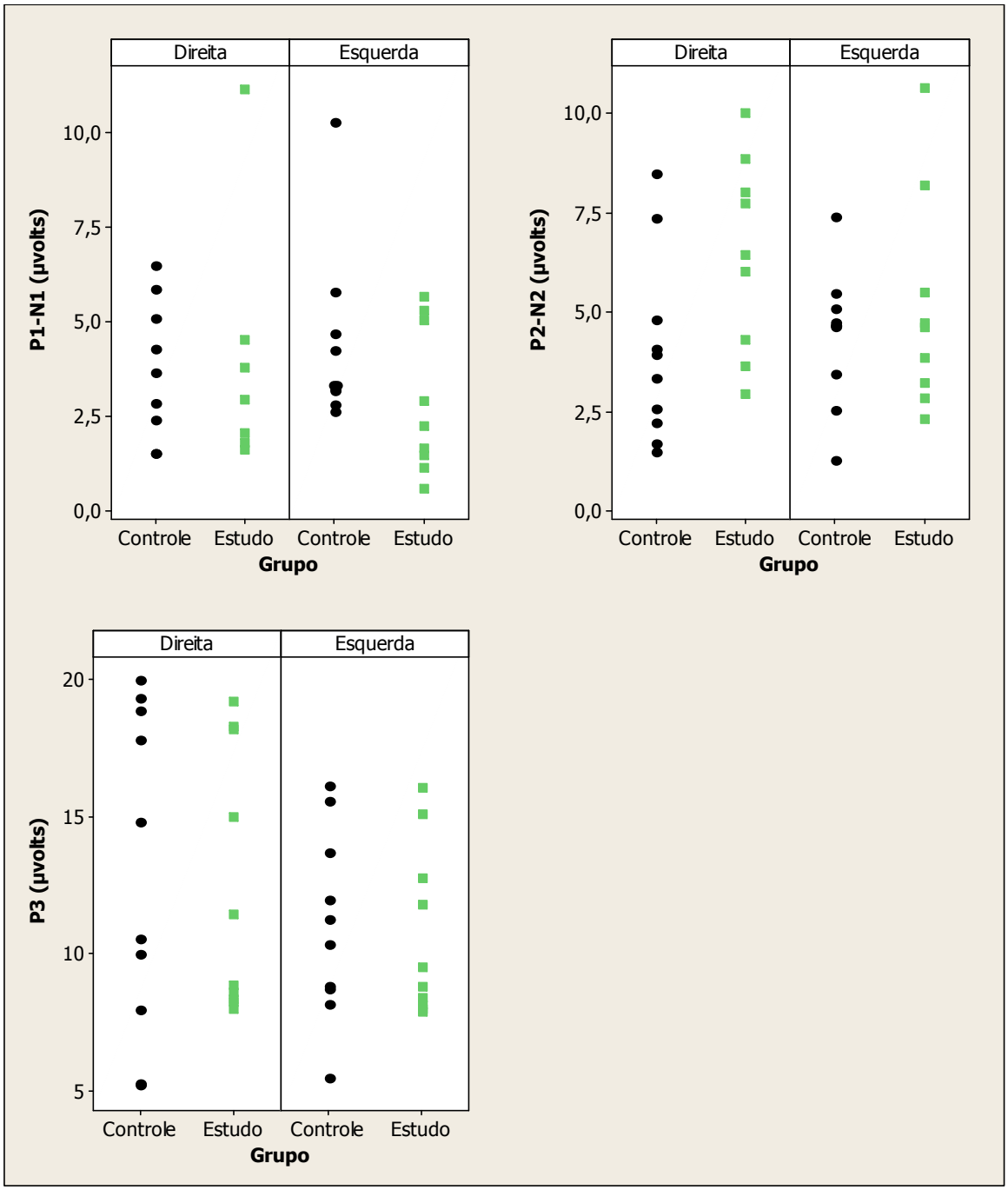


Gráfico 9 – Valores individuais das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo *tone burst*



As tabelas 16 e 17 e o gráfico 10 se referem aos resultados obtidos na análise de agrupamentos, para as variáveis do PEALL com estímulo *tone burst*.

Tabela 16 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 – PEALL com estímulo *tone burst*

Onda	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1	1	5	90,70	4,34	86,00	89,50	95,50
	2	8	67,88	4,66	62,50	67,25	77,00
	3	3	86,33	7,94	81,50	82,00	95,50
	4	2	75,25	12,37	66,50	75,25	84,00
	5	1	69,00		69,00	69,00	69,00
N1	1	5	125,00	14,24	104,50	123,00	139,50
	2	8	105,94	9,36	94,50	105,50	123,00
	3	3	117,00	17,35	102,00	113,00	136,00
	4	2	135,00	14,85	124,50	135,00	145,50
	5	1	95,00		95,00	95,00	95,00
P2	1	5	176,60	13,95	160,50	177,00	198,00
	2	8	169,13	11,52	149,50	170,00	188,50
	3	3	174,67	6,93	167,00	176,50	180,50
	4	2	216,75	10,25	209,50	216,75	224,00
	5	1	130,00		130,00	130,00	130,00
N2	1	5	223,10	19,60	201,50	218,50	249,00
	2	8	223,44	9,50	210,50	221,25	242,00
	3	3	230,17	10,69	223,50	224,50	242,50
	4	2	277,75	3,18	275,50	277,75	280,00
	5	1	221,50		221,50	221,50	221,50
P3	1	5	296,60	12,12	288,00	291,50	317,50
	2	8	306,63	34,10	266,00	304,75	369,50
	3	3	366,67	27,12	346,50	356,00	397,50
	4	2	318,00	0,71	317,50	318,00	318,50
	5	1	299,00		299,00	299,00	299,00

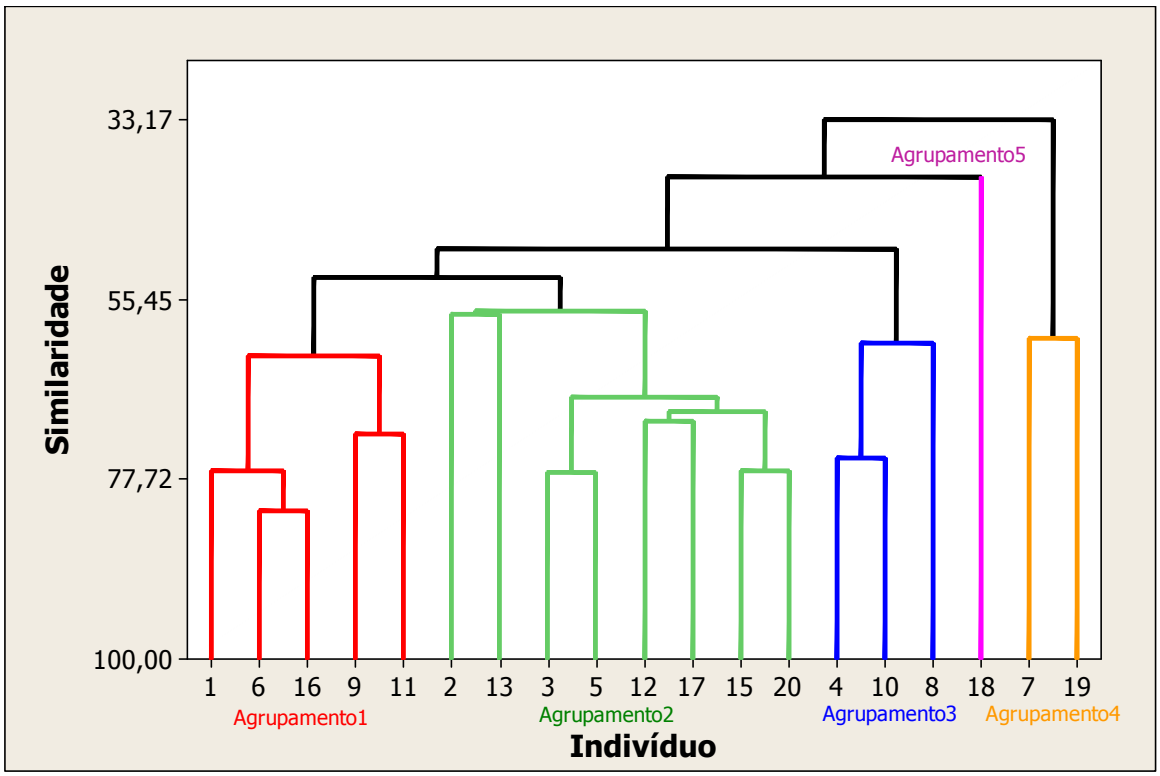
Legenda: DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos.

Tabela 17 – Caracterização dos agrupamentos quanto às amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 – PEALL com estímulo *tone burst*

Onda	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
	1	5	2,65	0,87	1,73	2,40	3,73
	2	8	3,80	1,65	1,08	3,69	6,12
P1-N1	3	3	3,66	1,25	2,55	3,40	5,02
	4	2	6,97	1,56	5,87	6,97	8,07
	5	1	1,62		1,62	1,62	1,62
	1	5	3,17	1,19	1,36	3,14	4,38
	2	8	5,86	1,13	4,83	5,56	8,11
P2-N2	3	3	3,67	1,14	2,36	4,27	4,38
	4	2	4,77	2,53	2,98	4,77	6,56
	5	1	10,33		10,33	10,33	10,33
	1	5	13,90	1,74	10,93	14,57	15,18
	2	8	13,40	3,60	8,41	13,10	18,04
P3	3	3	6,88	1,49	5,33	7,01	8,29
	4	2	10,39	1,49	9,34	10,39	11,44
	5	1	8,06		8,06	8,06	8,06

Legenda: DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos.

Gráfico 10 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEALL- estímulo *tone burst*



De acordo com a análise proposta, verificou-se a formação de 5 grupos. Nota-se que indivíduos de ambos os grupos encontram-se nos agrupamentos 1 e 2. O agrupamento 5 é formado por um único indivíduo do GE que, juntamente com os do agrupamento 4, são discrepantes em relação aos demais. O indivíduo que compõe o agrupamento 5 apresentou pequena amplitude em P1-N1, alta em P2-N2, e baixos valores de latência. No agrupamento 4 foram observados os maiores valores médios de amplitude P1-N1 e de latência das ondas N1, P2 e N2.

As tabelas 18 e 20 e os gráficos 11 e 12 referem-se à estatística descritiva das variáveis estudadas no PEALL com estímulo de fala (latências

das ondas P1, N1, P2, N2, P3; amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3), para ambos os grupos, sendo apresentados valores de média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo. As tabelas 19 e 21 referem-se aos p-valores obtidos quando da comparação entre os grupos.

Ressalta-se que um indivíduo do GE não apresentou a onda P1 na OD. Tal dado não foi considerado na análise dos dados quantitativos (latência e amplitude) referente à comparação entre os grupos.

Tabela 18 – Estatística descritiva dos valores médios de latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala

Teste	Orelha	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1	OD	GC	10	89,2	15,2	59	91,5	109
		GE	9	95,2	22,7	57	94	137
		Total	19	92,1	18,8	57	94	137
	OE	GC	10	78,2	18,0	53	84	97
		GE	10	89,5	18,5	56	89	129
		Total	20	83,9	18,7	53	88,5	129
N1	OD	GC	10	135,6	14,1	112	134,5	162
		GE	10	131,2	32,3	71	131	203
		Total	20	133,4	24,3	71	133,5	203
	OE	GC	10	119,6	21,4	77	126	142
		GE	10	134,6	26,5	98	131	192
		Total	20	127,1	24,7	77	128	192
P2	OD	GC	10	179,6	13,4	157	184	196
		GE	10	185,5	27,1	144	185	246
		Total	20	182,6	21,0	144	185	246
	OE	GC	10	180,2	25,7	115	182	214
		GE	10	181,5	31,3	147	170,5	258
		Total	20	180,9	27,9	115	181,5	258
N2	OD	GC	10	237,4	16,5	205	237	263
		GE	10	242,9	19,0	206	241,5	273
		Total	20	240,2	17,6	205	240	273
	OE	GC	10	243,5	16,3	209	242,5	266
		GE	10	250,0	26,8	202	248	300
		Total	20	246,8	21,8	202	244	300
P3	OD	GC	10	305,3	37,4	268	290	379
		GE	10	297,7	22,9	275	296	346
		Total	20	301,5	30,4	268	290	379
	OE	GC	10	299,2	22,9	265	291,5	338
		GE	10	330,4	73,6	272	289,5	511
		Total	20	314,8	55,4	265	290	511

Legenda: GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda; DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos.

Tabela 19 – P-valores obtidos na análise dos valores de latência das ondas P1, N1, P2, N2, P3 do PEALL com estímulo de fala

Onda	Grupo	Orelha	Grupo x Orelha
P1	0,232	0,076	0,597
N1	0,592	0,227	0,070
P2	0,733	0,708	0,613
N2	0,488	**0,041***	0,869
P3	0,440	0,321	0,154

* p-valor estatisticamente significante

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos valores de latência dos dois grupos para as ondas P1, N1, P2, N2 e P3. As conclusões são válidas para as duas orelhas. Observou-se diferença entre as médias nas duas orelhas para a latência da onda N2, tendo sido verificado maior valor médio na orelha esquerda quando comparada à orelha direita, sendo esta conclusão válida para ambos os grupos.

Gráfico 11 – Valores individuais das latências das ondas P1, N1, P2, N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala

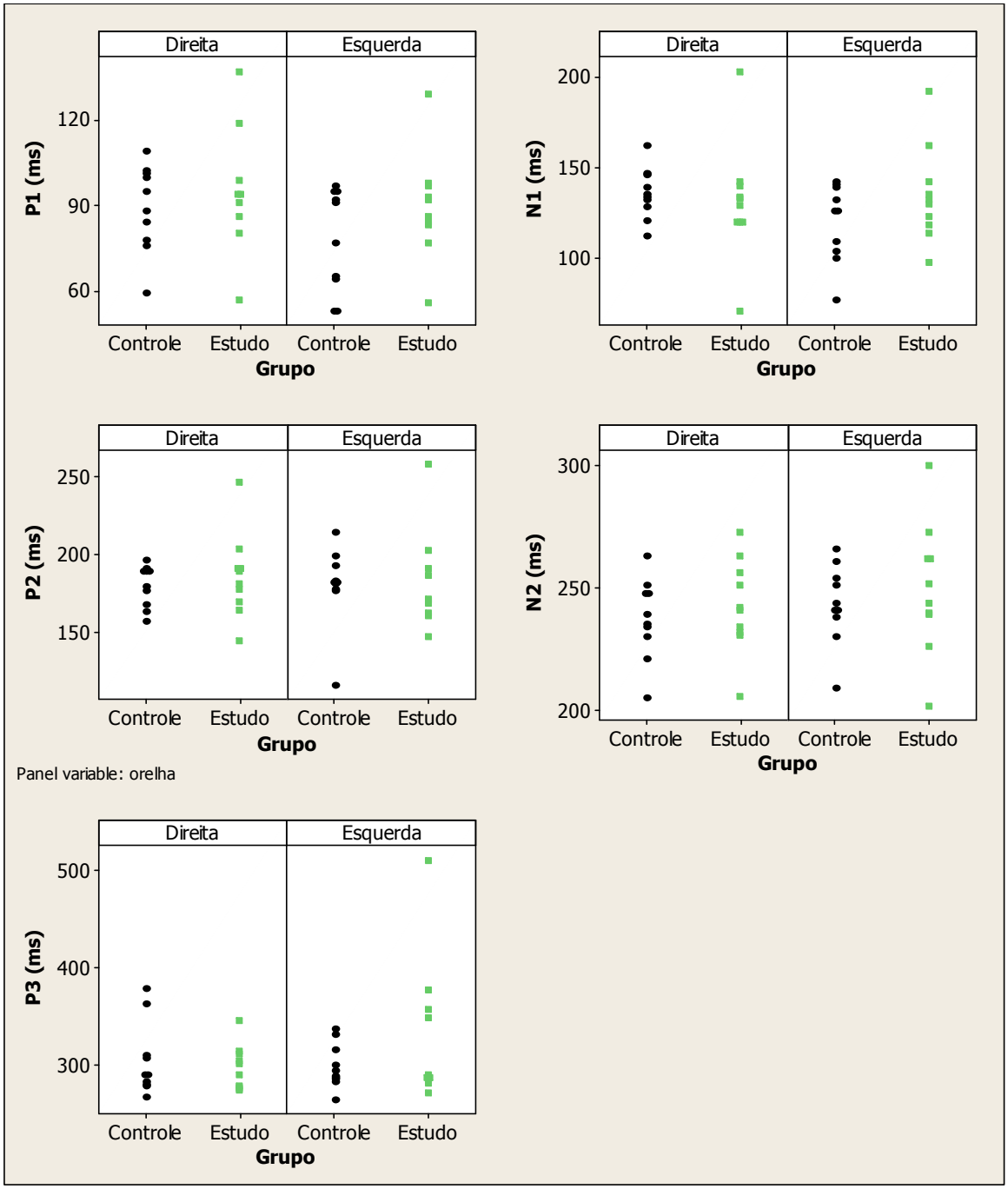


Tabela 20 – Estatística descritiva dos valores médios das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala

Amplitude	Orelha	Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1-N1	OD	GC	10	4,94	2,09	1,65	4,79	9,06
		GE	9	3,83	1,82	1,04	4,29	6,13
		Total	19	4,42	2,00	1,04	4,29	9,06
	OE	GC	10	4,06	0,90	2,65	4,24	5,22
		GE	10	3,75	2,06	0,82	3,81	7,91
		Total	20	3,90	1,55	0,82	4,06	7,91
P2-N2	OD	GC	10	5,37	2,10	2,76	5,71	8,76
		GE	10	5,16	3,28	1,77	4,08	10,06
		Total	20	5,27	2,68	1,77	4,90	10,06
	OE	GC	10	7,17	2,13	5,22	6,61	12,21
		GE	10	6,21	3,15	2,93	5,46	11,52
		Total	20	6,69	2,66	2,93	6,04	12,21
P3	OD	GC	10	13,40	4,63	4,97	13,62	19,51
		GE	10	12,45	4,94	2,89	12,59	20,43
		Total	20	12,93	4,68	2,89	13,16	20,43
	OE	GC	10	15,65	5,58	7,45	15,03	25,69
		GE	10	16,92	5,92	8,35	17,15	27,85
		Total	20	16,29	5,64	7,45	15,78	27,85

Legenda: GC: Grupo Controle; GE: Grupo Estudo; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda; DP: Desvio-padrão; N: número de indivíduos.

Tabela 21 – P-valores obtidos na análise dos valores das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 do PEALL com estímulo de fala

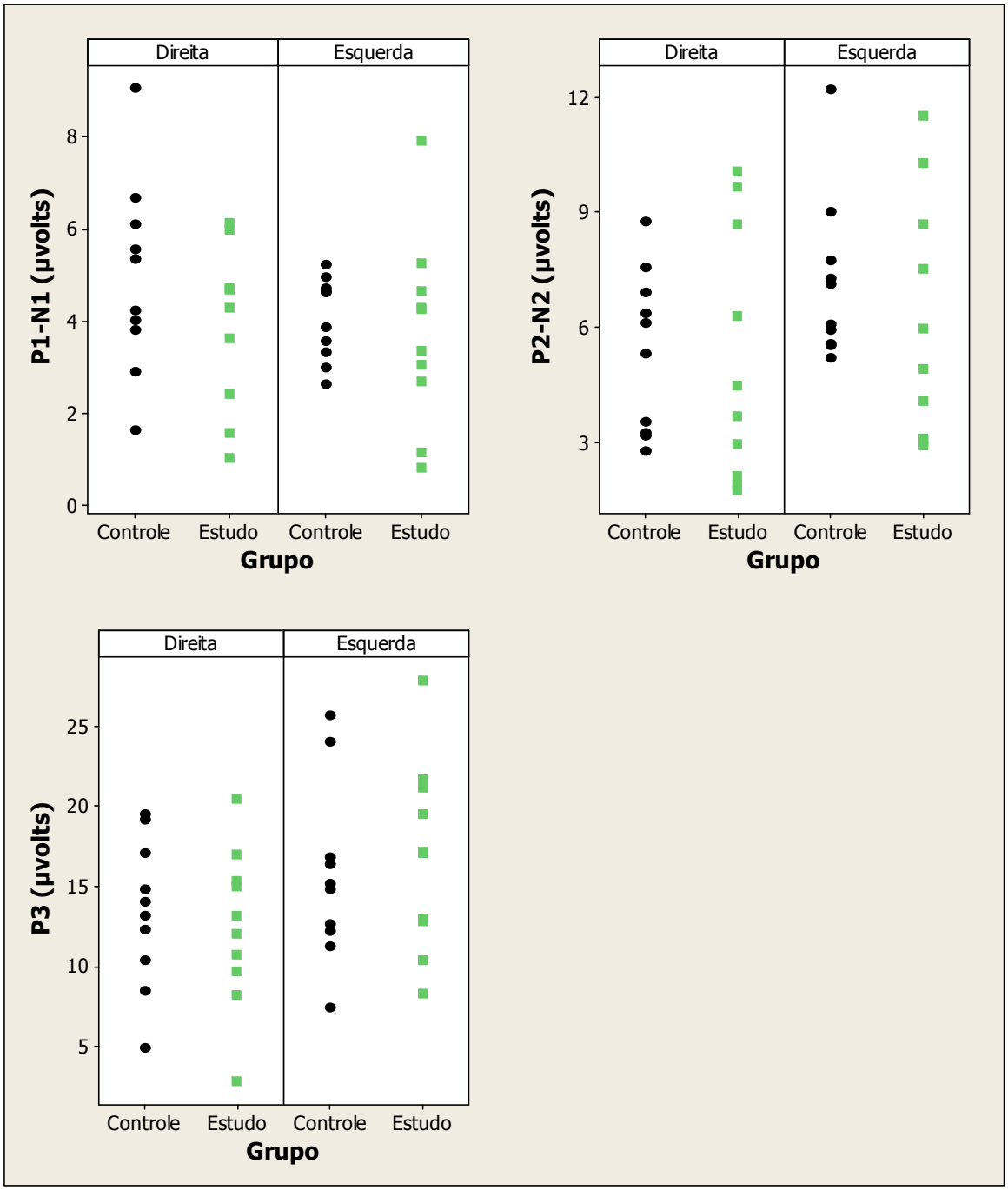
Onda	Grupo	Orelha	Grupo x Orelha
P1-N1	0,294	0,280	0,336
P2-N2	0,605	**0,011***	0,463
P3	0,939	**0,007***	0,332

* p-valor estatisticamente significante

Com relação aos valores de amplitude do PEALL nos grupos estudados, verificou-se que, para P1-N1, não houve diferença estatisticamente significante entre as amplitudes médias das duas orelhas, tanto no GC como no GE, bem como diferença estatisticamente significante entre as médias do GC e GE. Com relação às amplitudes P2-N2 e P3, foram observados valores médios maiores

na orelha esquerda quando comparada à orelha direita, em ambos os grupos. Contudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Gráfico 12 – Valores individuais das amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3 nos grupos Controle e Estudo – PEALL com estímulo de fala



As tabelas 22 e 23 e o gráfico 13 se referem aos resultados obtidos na análise de agrupamentos, para as variáveis do PEALL com estímulo de fala.

Tabela 22 – Caracterização dos agrupamentos quanto à latência das ondas P1, N1, P2, N2 e P3– PEALL com estímulo de fala

Onda	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1	1	14	85,1	13,6	56,5	91,0	102,0
	2	2	86,5	7,1	81,5	86,5	91,5
	3	2	81,8	6,0	77,5	81,8	86,0
	4	1	98,0		98,0	98,0	98,0
	5	1	133,0		133,0	133,0	133,0
N1	1	14	127,9	14,7	94,5	128,3	152,0
	2	2	135,0	12,7	126,0	135,0	144,0
	3	2	117,0	20,5	102,5	117,0	131,5
	4	1	113,5		113,5	113,5	113,5
	5	1	197,5		197,5	197,5	197,5
P2	1	14	180,5	12,9	152,0	180,8	196,5
	2	2	192,5	2,1	191,0	192,5	194,0
	3	2	148,3	10,3	141,0	148,3	155,5
	4	1	173,5		173,5	173,5	173,5
	5	1	252,0		252,0	252,0	252,0
N2 (OD)	1	14	239,6	11,2	221,0	237,0	263,0
	2	2	251,0	0,0	251,0	251,0	251,0
	3	2	205,5	0,7	205,0	205,5	206,0
	4	1	263,0		263,0	263,0	263,0
	5	1	273,0		273,0	273,0	273,0
N2 (OE)	1	14	247,1	13,3	226,0	244,0	273,0
	2	2	251,5	14,8	241,0	251,5	262,0
	3	2	205,5	5,0	202,0	205,5	209,0
	4	1	262,0		262,0	262,0	262,0
	5	1	300,0		300,0	300,0	300,0
P3	1	14	296,5	18,7	274,5	292,8	329,0
	2	2	315,5	45,3	283,5	315,5	347,5
	3	2	317,3	18,0	304,5	317,3	330,0
	4	1	413,0		413,0	413,0	413,0
	5	1	334,0		334,0	334,0	334,0

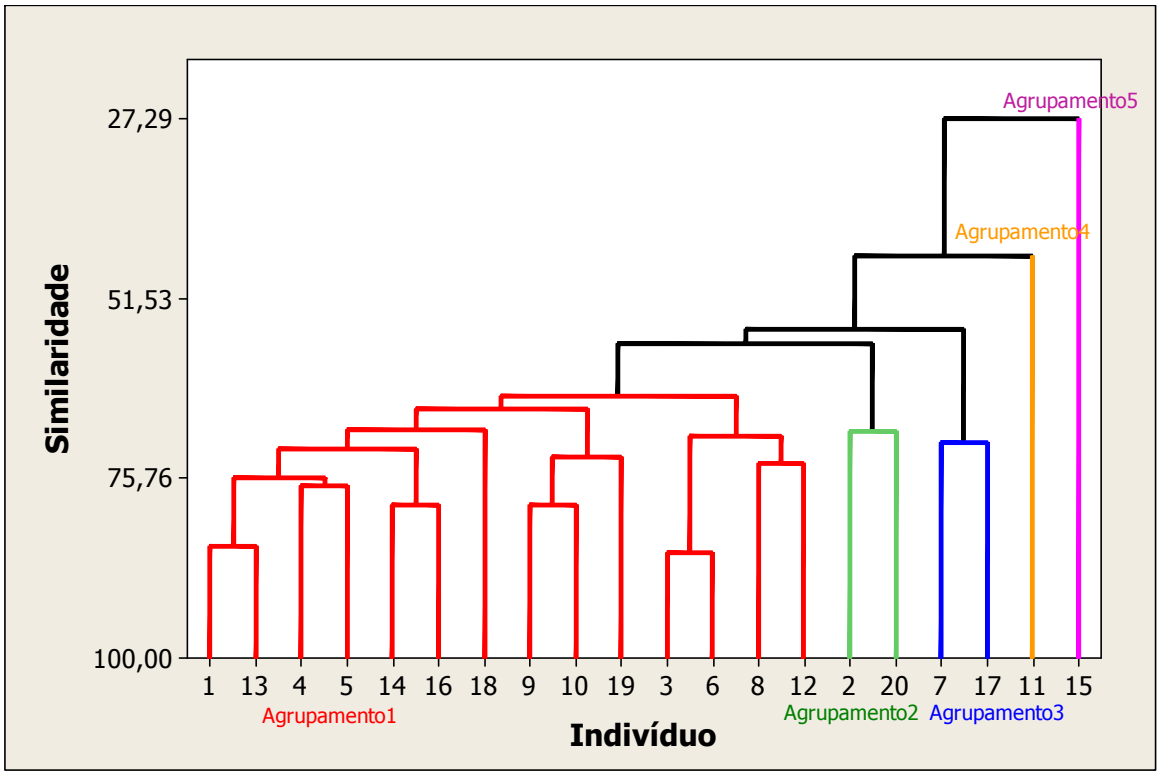
Legenda: DP: Desvio-padrão; N: Número de indivíduos; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda

Tabela 23 – Caracterização dos agrupamentos quanto às amplitudes P1-N1, P2-N2 e P3– PEALL com estímulo de fala

Onda	Agrupamento	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P1-N1	1	14	4,0	1,1	2,2	4,2	5,7
	2	2	6,0	1,5	5,0	6,0	7,0
	3	2	3,1	0,8	2,5	3,1	3,7
	4	1	1,1		1,1	1,1	1,1
	5	1	7,0		7,0	7,0	7,0
P2-N2 (OD)	1	14	5,2	2,3	2,1	4,9	9,7
	2	2	8,8	1,8	7,6	8,8	10,1
	3	2	2,5	0,9	1,9	2,5	3,2
	4	1	8,7		8,7	8,7	8,7
	5	1	1,8		1,8	1,8	1,8
P2-N2(OE)	1	14	6,5	2,3	3,0	6,0	12,2
	2	2	8,7	2,2	7,1	8,7	10,3
	3	2	5,4	3,3	3,1	5,4	7,7
	4	1	11,5		11,5	11,5	11,5
	5	1	2,9		2,9	2,9	2,9
P3(OD)	1	14	11,5	4,5	2,9	12,2	19,5
	2	2	19,8	0,9	19,2	19,8	20,4
	3	2	14,9	0,1	14,8	14,9	15,0
	4	1	17,0		17,0	17,0	17,0
	5	1	10,8		10,8	10,8	10,8
P3(OE)	1	14	15,0	4,2	7,5	15,0	21,7
	2	2	25,9	2,7	24,0	25,9	27,9
	3	2	21,4	6,0	17,2	21,4	25,7
	4	1	13,0		13,0	13,0	13,0
	5	1	8,4		8,4	8,4	8,4

Legenda: DP: Desvio-padrão; OD: orelha direita; OE: orelha esquerda; N: Número de indivíduos.

Gráfico 13 – Dendrograma obtido na análise de agrupamentos dos indivíduos dos grupos Controle e Estudo com base nas variáveis do PEALL com estímulo de fala



Na análise de agrupamentos, foram consideradas todas as variáveis estudadas (amplitude e latência). Foi considerada a média das amplitudes de P1-N1 nas duas orelhas, pelo fato de não haver diferença significativa entre as médias nas duas orelhas. Pela mesma razão foram consideradas as médias das latências nas duas orelhas para P1, N1, P2 e P3. Para as demais variáveis foram considerados os resultados nas duas orelhas separadamente.

A formação dos agrupamentos sugere a existência de 5 grupos. Nota-se que indivíduos de ambos os grupos encontram-se nos agrupamentos 1, 2 e 3. Cada um dos agrupamentos 4 e 5 é formado por um único indivíduo do GE e são discrepantes em relação aos demais. Os valores das estatísticas descritivas mostram que o indivíduo do agrupamento 5 se destaca dos demais por apresentar menor amplitude P2-N2 e P3 e valores de latência aumentados,

de uma forma geral. O indivíduo do agrupamento 4 se destaca dos demais pelo baixo valor da amplitude P1-N1, alto valor da amplitude P2-N2 e maiores valores de latência das ondas N2 e P3.

Discussão

6. Discussão

A gagueira é um distúrbio da fluência que, apesar de sua alta incidência, ainda não possui um marcador biológico objetivo. Além disso, o perfil da fluência de crianças gagas é bastante heterogêneo e, portanto, é prudente pensar que tal distúrbio não possua uma causa única, mas seja decorrente da interação de processos fisiológicos distintos.

Diversas pesquisas, com o objetivo de investigar as alterações no processamento da informação auditiva em indivíduos gagos, têm sido realizadas utilizando diferentes procedimentos audiológicos, objetivos e subjetivos, incluindo os PEA. Contudo, o registro das respostas eletrofisiológicas por meio da apresentação de estímulos de diferentes complexidades ainda não foi realizado para esta população.

A identificação de alterações na codificação de informações temporais e espectrais fundamentais a acurácia na percepção dos sons é considerada de extrema importância nos distúrbios de fala, linguagem e aprendizagem, uma vez que tais achados favorecem a compreensão dos mecanismos neurofisiológicos de codificação da informação auditiva, a identificação de possíveis marcadores biológicos e suas relações com a linguagem e cognição (Cunningham et al., 2001; King et al., 2002; Banai et al., 2005; Johnson et al., 2005; Wible et al., 2005; Banai et al., 2007; Abrams e Kraus, 2009). Portanto, tendo-se em mente a relevância dos déficits no processamento da informação

auditiva quando consideramos a etiologia e o diagnóstico da gagueira, o presente estudo buscou caracterizar os resultados do PEATE e PEALL obtidos com estímulos de diferentes complexidades em crianças gagas, bem como avaliar o processamento temporal auditivo por meio de um teste comportamental, a fim de avaliar a integridade dos PEA nesta população, bem como identificar possíveis alterações na habilidade de resolução temporal desses indivíduos.

Cabe ressaltar que, embora dois tipos de análises dos resultados tenham sido realizados, o cerne da discussão a seguir apresentada serão as evidências obtidas por meio da análise estatística tradicional. Uma vez que na análise de agrupamentos os sujeitos são agrupados de acordo com a semelhança em relação a algum critério pré-determinado, sua utilização na presente pesquisa teve como objetivo verificar se, com base nos resultados das avaliações realizadas, havia uma tendência de agrupamento dos sujeitos do grupo controle e estudo separadamente, ou seja, se a gagueira poderia ser considerada um fator capaz de influenciar as características dos resultados obtidos, favorecendo o estabelecimento de grupos com base na similaridade dos dados obtidos nas avaliações eletrofisiológicas. Embora este tipo de análise seja capaz de auxiliar na formulação de hipóteses a respeito da homogeneidade de um conjunto de dados, acreditamos que o número reduzido de sujeitos avaliados na presente pesquisa comprometeu o estabelecimento de características contundentes e significativas, uma vez que muitos agrupamentos foram formados para um número pequeno de sujeitos e características de respostas muito variadas foram observadas para

agrupamentos próximos, ou seja, não foi observada uma robustez nas categorias geradas. Além disso, tendo em vista que esta técnica corresponde a uma coleção de diferentes algoritmos que agrupam objetos a fim de caracterizar o comportamento dos dados obtidos, amostras significativas são necessárias para que se possa garantir a representatividade da amostra e, desta forma, os resultados possam ser generalizáveis para uma população de interesse.

O teste GIN é um método bastante útil na avaliação de habilidades temporais e, consequentemente, na detecção de possíveis déficits de processamento temporal e percepção auditiva (Samelli e Schochat, 2008a; Shinn et al; 2009).

Os dados obtidos com relação aos resultados do teste GIN nos grupos controle e estudo indicaram não haver diferença estatisticamente significante entre os grupos controle e estudo (tabelas 1 e 2). Entretanto, para ambas as variáveis estudadas, PRC e LDG, o grupo de crianças gagas apresentou melhor desempenho quando comparado ao grupo de crianças em desenvolvimento típico. Não foram encontrados na literatura compulsada estudos que tenham avaliado o processamento temporal de indivíduos gagos por meio do teste GIN, contudo, pesquisas com outros testes foram realizadas. Meyers et al. (1989) não encontraram diferenças entre gagos e fluentes em um teste envolvendo escuta dicótica e ordenação temporal. Jutras et al. (2007) verificaram a presença de alterações do processamento auditivo, particularmente relacionadas ao processamento temporal e a integração binaural em um sujeito gago com distúrbio de aprendizagem. Silva et al. (2011)

avaliaram crianças gagas e seus pares não-gagos por meio do testes padrão de freqüência e padrão de duração, e observaram desempenho significativamente inferior no grupo de crianças gagas, o que sugere a presença de relação entre a gagueira e dificuldade nos aspectos relacionados ao processamento temporal da informação acústica.

Das crianças gagas avaliadas, 60% (6) apresentou limiar em 4 ms, 20% (2) em 5 ms, 10% (1) em 3 ms e 10% (1) em 2 ms, e a média de acerto foi de 81,6%. Tais resultados estão dentro dos valores encontrados por Chermak e Lee (2005), que avaliaram o desempenho de crianças em desenvolvimento típico com audição dentro da normalidade em quatro testes de resolução temporal, e também se assemelham aos achados de Balen et al. (2009), Shinn et al. (2009), Amaral e Colella-Santos (2010) e Perez e Pereira (2010), que avaliaram a habilidade de resolução temporal em crianças em desenvolvimento típico por meio do teste GIN.

Embora o teste GIN seja comumente realizado nas orelhas direita e esquerda separadamente, pelo fato de diversos estudos indicarem a ausência de assimetria entre as orelhas para tal teste (Shinn, 2007; Samelli e Schochat, 2008a; Amaral e Colella-Santos, 2010; Perez e Pereira, 2010) e, dada à extensa bateria de testes realizada na presente pesquisa, optou-se pela apresentação binaural dos estímulos. Contudo, devemos ter em mente que os trabalhos anteriormente citados, nos quais foram avaliadas crianças em desenvolvimento típico, a apresentação do estímulo foi monoaural. Adicionalmente, considerando-se os estudos atuais em gagueira que sugerem a presença de diferenças anatômicas e funcionais significativas em regiões

corticais relacionadas ao sentido da audição em ambos os hemisférios (Sommer et al., 2002; Foundas et al., 2004; Chang et al., 2008; Watkins et al., 2008), poderíamos supor que a apresentação binaural comprometeu a identificação de alterações unilaterais.

Samelli e Schochat (2008b) referiram que testes que utilizam *gaps* podem envolver diferentes aspectos que influenciam os limiares encontrados na detecção de *gaps*: os marcadores utilizados, suas intensidades e durações, posição do *gap* dentro dos marcadores; modo de apresentação do estímulo e *rise* e *fall* do sinal. Deste modo, considerando-se as inúmeras variáveis envolvidas na realização deste tipo de teste e, tendo em vista a importância da habilidade de resolução temporal para as habilidades lingüísticas e de leitura, as autoras ressaltaram a necessidade de normatização de testes como o GIN.

De acordo com Muniz et al. (2007), a natureza do estímulo acústico desempenha importante influência nas habilidades temporais. Neste sentido, os autores ressaltaram que a maturação das respostas observada para sons não-verbais parece não ocorrer de maneira semelhante para os sons verbais.

Dentro deste contexto, podemos citar os estudos de Howell et al. (2000) e Howell et al. (2006), nos quais verificou-se que crianças gagas apresentaram pior desempenho em testes que envolviam percepção de fala no ruído quando comparadas ao grupo de crianças fluentes, e as crianças que apresentavam recuperação na fluência da fala tinham melhores resultados do que crianças com gagueira persistente.

Portanto, embora no presente estudo o grupo de crianças gagas não tenha apresentado alterações no teste comportamental realizado,

generalizações não podem ser feitas em se tratando do processamento temporal de estímulos de maior complexidade, como a fala. Neste sentido, ressalta-se que comprometimentos específicos no processamento e percepção da fala podem ocasionar o desenvolvimento de representações alteradas da informação verbal, principalmente no que tange as distinções fonêmicas, lexicais e prosódicas, fechamento auditivo e habilidades perceptuais (Chermak e Musiek, 1997).

Zeng et al. (1999), ao avaliar o processamento temporal de indivíduos com neuropatia auditiva, demonstraram a importância da sincronia neural na percepção de fala. De fato, Bellis (2003) referiu que o processamento temporal relacionado à percepção de fala ocorre nos diversos níveis do sistema auditivo, sendo fundamental para a discriminação de pistas sutis e ordenação temporal dos fonemas nas palavras.

O processamento temporal inclui diferentes subprocessos: resolução temporal, ordenação temporal, integração temporal e mascaramento temporal (Shinn, 2007). Sabe-se que não há testes clínicos disponíveis que avaliem as habilidades de integração e mascaramento temporal. Uma vez que no presente estudo foi avaliada somente a habilidade de resolução temporal, pode-se supor que outras habilidades envolvidas no processamento temporal possam estar comprometidas em indivíduos gagos.

Outro fato relevante que deve ser considerado na análise dos dados obtidos diz respeito ao grau de gravidade da gagueira das crianças avaliadas. Andrade e Schochat (1999) verificaram possíveis relações entre o grau de gravidade da gagueira e as alterações observadas no teste padrão de

freqüência em adultos gagos. Neste contexto, podemos levantar a hipótese de que o grau de gravidade da gagueira esteja relacionado às dificuldades de processamento temporal. Dentre os sujeitos do GE, 80% apresentavam grau leve, 10% grau moderado e 10% grau grave, de acordo com o SSI-3 (Riley, 1994). Portanto, a ausência de alterações no teste GIN pode estar relacionada ao fato da maioria das crianças gagas avaliadas apresentar grau leve de gravidade da gagueira.

Neste sentido, futuros estudos com populações mais homogêneas no que diz respeito ao grau de gravidade da gagueira poderão esclarecer esta relação. Levando-se em consideração todos os aspectos discutidos e, tendo em vista a escassez de estudos que investiguem a habilidade de resolução temporal em indivíduos gagos por meio do teste GIN, ressalta-se a importância de mais pesquisas na área.

Os resultados obtidos na análise dos dados quantitativos do PEATE com estímulo clique indicaram não haver diferença estatisticamente significante entre os grupos com relação aos valores de latência absoluta das ondas I, III e V (tabela 4) e interpicos I-III, III-V e I-V, sendo observada apenas uma tendência à diferença estatisticamente significante para os valores do interpico I-III entre as orelhas direita e esquerda no GE (tabela 6), com maiores valores na orelha direita.

O PEATE obtido a partir da apresentação do estímulo clique é um teste eletrofisiológico registrado de maneira objetiva que, desde sua primeira descrição, no início dos anos 70, é usualmente utilizado em contextos clínicos

e científicos e, por isso, um volume extenso de dados já foi obtido com relação a este potencial.

As diferenças encontradas a cerca da transmissão da informação acústica em tronco encefálico baixo (orelha direita *versus* orelha esquerda) nas crianças gagas podem ser justificadas pelo fato dos estudos atuais sugerirem a existência de diferenças entre os hemisférios cerebrais e no funcionamento e anatomia cerebral envolvendo áreas motoras e auditivas, mesmo em estágios iniciais da gagueira (Foundas et al., 2004; Jancke et al., 2004; Chang et al., 2008).

Os geradores envolvidos no surgimento das ondas I a III do PEATE incluem o nervo coclear e o núcleo coclear. O núcleo coclear é o primeiro núcleo auditivo localizado na via auditiva central. Dos núcleos, saem três vias distintas, constituídas por populações neuronais diferentes, cada uma com um padrão de disparo neuronal. Evidências apontam a existência de correlações entre a categoria anatômica do neurônio e sua resposta funcional, e que essas correlações contribuem para a manutenção da tonotopia coclear, resolução temporal, codificação de intensidades e de sons complexos (Aquino e Araújo, 2002).

Levando-se em consideração estes aspectos, bem como as diferenças, ainda que discretas, encontradas entre as orelhas direita e esquerda no grupo de crianças gagas para o PEATE com estímulo clique e os resultados do teste GIN previamente relatados, reforça-se a importância de se realizar a avaliação comportamental de habilidades como resolução temporal por meio da

apresentação monoaural dos estímulos, a fim de se identificar possíveis diferenças entre as vias auditivas centrais direita e esquerda nesta população.

Apesar da diferença sutil encontrada entre as duas orelhas no grupo de crianças gagas, os resultados do PEATE com estímulo clique indicaram que os valores obtidos estiveram dentro dos padrões de normalidade adotados. Resultados controversos têm sido descritos na literatura com relação aos resultados do PEATE em indivíduos gagos. Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboraram aqueles descritos por outros autores que não observaram alterações no PEATE de crianças (Von Suchodoletz e Wolfram, 1996), e adultos gagos (Angrisani et al., 2009). Por outro lado, Khedr et al. (2000) registraram os potenciais evocados visuais e auditivos de gagos e seus pares não-gagos, com idades entre seis e 25 anos, e verificaram um aumento significativo dos valores de latência das ondas I, III e V e interpicos I-III e I-V do PEATE no grupo de indivíduos gagos, sugerindo que a gagueira pode estar associada a comprometimentos periféricos e centrais. Da mesma forma, Blood e Blood (1984) verificaram alterações nos valores de latência do interpico I-V em indivíduos adultos gagos. De acordo com Khedr et al. (2000), esta discrepância nos dados encontrados pelos diversos autores pode ser parcialmente explicada por diferenças metodológicas, idade dos sujeitos avaliados, início e duração do distúrbio.

Atualmente, atenção especial tem sido dispensada ao estudo dos potenciais evocados auditivos obtidos a partir da apresentação de estímulos espectralmente e temporalmente mais complexos que o clique, como a fala (Cunningham et al., 2001). Segundo a literatura especializada, as medidas

obtidas no PEATE com estímulo de fala refletem com precisão as dimensões acústicas deste tipo de estímulo (Russo et al., 2004; Akhoun et al., 2008) sendo, portanto, consideradas válidas e confiáveis (Johnson et al., 2005).

Nos resultados do presente estudo, com relação às respostas do PEATE obtidas com o estímulo /da/, diferenças estatisticamente significantes puderam ser verificadas entre os grupos controle e estudo, para os valores de latência da onda C e amplitude do complexo VA, tendo sido observados maiores valores no grupo estudo, para ambas as variáveis (tabela 10). Além disso, na análise da variância, observaram-se diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com relação à latência da onda C e às variáveis do complexo VA (latência e amplitude), ou seja, observou-se variabilidade significantemente maior de resultados para essas variáveis no grupo de crianças gagas (tabela 10).

Embora o PEATE obtido com estímulos complexos já tenha sido utilizado na avaliação de diferentes populações como crianças com dislexia, distúrbio específico de linguagem, distúrbio do espectro autístico (Cunningham et al., 2001; Banai et al., 2005; Banai e Kraus, 2008; Russo et al., 2009), não há relatos na literatura que caracterizem tais respostas em crianças ou adultos gagos.

A análise do PEATE obtido a partir do uso de estímulos complexos pode ser realizada de diversas formas, tanto no domínio do tempo como da freqüência. Na presente pesquisa, em função do equipamento utilizado, foi possível apenas a obtenção de variáveis relacionadas ao domínio do tempo. Neste sentido, é importante ressaltar que comparações entre os grupos a cerca

do processamento de aspectos prosódicos da fala não puderam ser realizadas, uma vez que as medidas analisadas estiveram relacionadas fundamentalmente às informações fonéticas do estímulo (Russo et al., 2004).

Os resultados aqui descritos, que indicaram presença de diferenças entre os grupos com relação aos valores de latência dos componentes da FFR (onda C) e ausência de diferenças com relação aos valores de latência dos componentes da resposta *onset* (ondas V e A), corroboraram a hipótese proposta por Kraus e Nicol (2005), que referem que a resposta *onset* e a FFR representam blocos distintos, que são codificados separadamente.

Conforme já descrito anteriormente, a resposta *onset* reflete as características espectrais e temporais presentes no início dos sons de fala (mais especificamente, o início da consoante), que contém informações aperiódicas e variam consideravelmente quanto aos seus atributos (Banai et al., 2007; Abrams e Kraus, 2009). Diferenças entre os grupos foram observadas com relação à amplitude do complexo VA, sendo observados maiores valores de amplitude no grupo de crianças gagas. De acordo com Wible et al. (2004), tais diferenças podem refletir características distintas entre os grupos a cerca da sincronia neural dos geradores de tais respostas. Por outro lado, Russo et al. (2004) verificaram que esta variável apresentou pouca estabilidade quando registrada em diferentes sessões, indicando que tal medida pode não ser a mais adequada para a caracterização da codificação do estímulo acústico.

A FFR consiste na energia existente na freqüência fundamental do estímulo e seus harmônicos (Russo et al., 2004) e é composta pelas ondas C,

D, E, F e O. A onda C reflete a transição entre a consoante e a vogal, os picos D, E e F representam a freqüência fundamental da fonte sonora e a onda O ocorre em resposta ao final do estímulo (Krizman et al., 2010). No presente estudo, foram analisados os dados a cerca das ondas C e F da FFR, por serem as mais estáveis (Russo et al., 2004).

Assim como na presente pesquisa, King et al. (2002) e Johnson et al. (2007) verificaram atrasos na FFR em crianças com problemas de aprendizagem. De acordo com os achados de Johnson et al. (2007), os valores de latência da onda O foram as variáveis com melhor capacidade de predição de uma pobre resolução temporal. Além disso, os autores referem que os achados obtidos corroboram o modelo proposto por Johnson et al. (2005) e Kraus e Nicol (2005), o qual propõe que as ondas A, C e O são geradas por mecanismos neurais que refletem as características transientes associadas as características de filtragem do sinal de fala, enquanto as ondas D, E e F são geradas por mecanismos neurais que estão relacionados às informações da fonte sonora, como a frequência fundamental. Marler e Champlin (2005) levantaram a hipótese de que fatores como alterações na sincronia, ativação de vias alternativas, aumento de mecanismos inibitórios ou a combinação destes poderiam explicar diferenças nos resultados nos PEATE.

Skoe e Kraus (2010) ressaltaram que, embora o PEATE obtido em resposta a estímulos complexos seja considerado uma medida objetiva que permite o delineamento de determinada condição clínica e o estabelecimento de índices que avaliam o benefício de determinadas terapêuticas, ele não fornece a especificidade necessária para a determinação de sítios de

determinado distúrbio, uma vez que resultados alterados podem refletir mais de uma causa.

Outra possível explicação para as diferenças entre os resultados dos grupos controle e estudo reside no fato de que crianças gagas e crianças em desenvolvimento típico poderem apresentar diferenças com relação a determinadas características de processamento temporal (Wible et al., 2002). De acordo com Wible et al. (2004), a estrutura acústica da fala caracteriza-se pela mudança brusca do padrão espectral e, portanto, diferenças no processamento, percepção e distinção de sons complexos poderiam interferir em determinadas habilidades de fala e linguagem.

Pesquisas demonstraram que os estímulos clique e de fala envolvem populações neuronais distintas (Banai e Kraus, 2008) e possuem diferentes padrões de maturação (Johnson et al., 2008). Diferenças entre os grupos foram verificadas para as respostas evocadas de tronco encefálico obtidas com estímulos de fala, contudo não foram observadas quando da obtenção com o estímulo clique, reforçando a hipótese de que populações neuronais específicas parecem estar envolvidas no processamento dos sons de fala. De acordo com Song et al. (2006), diferenças observadas na codificação dos diferentes estímulos podem ocorrer devido às disparidades existentes em suas estruturas acústicas. Neste sentido, os autores sugerem que alterações na codificação neural do estímulo acústico, identificadas por meio do PEATE com estímulo de fala, podem ser decorrentes de um “problema” mais amplo do sistema auditivo central, não detectado por procedimentos como a audiometria tonal ou o PEATE com estímulo clique.

Com relação aos resultados obtidos nos PEALL com estímulo *tone burst*, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para os valores de latência (tabela 13) e amplitude (tabela 15) dos componentes estudados. Da mesma forma, Khedr et al. (2000) não observaram diferenças entre gagos e seus pares não-gagos, com relação às variáveis N1, P2 e P300. Por outro lado, embora Hampton e Weber-Fox (2008) não tenham observado diferenças significantes entre gagos e não-gagos com relação às ondas N1 e P2, os autores verificaram uma tendência a menores valores médios de amplitude da onda P300 no grupo de indivíduos gagos. Similarmente, Kaganovich et al. (2010), em estudo que comparou os resultados dos PEA de gagos e não-gagos, verificaram que os grupos não diferiram entre si no que tange os componentes N1 e P1 dos PEA; no entanto, diferenças foram verificadas com relação ao componente P300, sugerindo que a gagueira do desenvolvimento pode estar associada a alterações relacionadas à atenção e a memória de trabalho.

Apesar de não terem sido verificadas diferenças entre os grupos a cerca das variáveis estudadas, observou-se no presente estudo maior ocorrência de alterações nos PEALL no grupo de crianças gagas. Neste contexto, ressalta-se que três indivíduos, dois do GE e um do GC, não apresentaram o componente P1 na orelha direita e um indivíduo do GE não apresentou os componentes P1, N1, P2 e N2 na orelha direita. Tais resultados não estão de acordo com aqueles apresentados por Angrisani et al. (2009) e Sassi et al. (2011), que registraram presença de todos os componentes dos PEALL com valores de latência dentro dos padrões de normalidade em adultos gagos.

Wible et al. (2004) referem que a presença de alterações em níveis mais baixos da via auditiva pode limitar a efetividade do processamento de determinadas informações acústicas em nível cortical. Da mesma forma, Abrams et al. (2006) reforçaram a idéia de que as alterações temporais encontradas nas medidas eletrofisiológicas em tronco encefálico podem prejudicar o processamento cortical da informação acústica.

Segundo Johnson et al. (2005) e Johnson et al. (2008), o colículo inferior, pelo fato de ser um sítio de convergência de fibras da via auditiva ascendente e projeções corticofugais, está sujeito à plasticidade neuronal. Neste sentido, os autores afirmaram que as vias corticofugais atuam como um modulador da atividade neural no tronco encefálico. De fato, diversas pesquisas têm ressaltado a existência de relações intrínsecas entre o processamento anormal das informações acústicas no tronco encefálico e córtex. Banai et al. (2007) referem que um déficit no tronco encefálico poderia resultar num *input* alterado ao córtex.

As duas crianças do GE com ausência da onda P1 na OD apresentavam gagueira leve e a criança que não apresentou os componentes P1, N1, P2 e N2 na OD tinha grau grave. Conforme referido anteriormente, oito das 10 das crianças gagas avaliadas apresentavam grau de gravidade leve, uma tinha grau moderado e uma apresentava grau grave. Alguns estudos buscaram estabelecer relações entre os graus de gravidade da gagueira e os resultados de testes comportamentais do processamento auditivo; contudo, os resultados obtidos, além de escassos, são controversos. Andrade et al. (2008) referiram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os graus de gravidade

da gagueira e os resultados dos testes de processamento auditivo. Por outro lado, Andrade e Schochat (1999) verificaram possíveis relações entre o grau de gravidade da gagueira e as alterações observadas no teste padrão de freqüência em adultos gagos. Estudos com maior número de sujeitos e amostras homogêneas no que diz respeito ao grau de gravidade da gagueira são necessários para o estabelecimento de correlações entre este aspecto e os resultados dos potenciais evocados auditivos.

Assim como no PEALL com estímulo *tone burst*, no PEALL obtido com estímulo de fala não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para ambas as variáveis (latência e amplitude) dos componentes estudados. Contudo, em ambos os grupos, observou-se diferença entre as orelhas direita e esquerda com relação aos valores de latência da onda N2 (tabela 19), e amplitudes P2-N2 e P300 (tabela 21), sendo observados maiores valores médios na orelha esquerda para todas as variáveis. Ressalta-se, ainda, que um indivíduo do GE não apresentou o componente P1 na orelha direita. Diferentemente dos resultados encontrados na presente pesquisa, Frizzo et al. (2001) estudaram a ocorrência de diferenças dos componentes do PEALL entre os hemisférios direito e esquerdo em indivíduos com idades entre oito e 18 anos e verificaram diferenças somente para o componente P2 nos indivíduos do gênero masculino.

Embora com estímulos diferentes, Morgan et al. (1997) verificaram diferenças no P300 entre adultos gagos e não-gagos com relação ao padrão das atividades inter-hemisféricas, uma vez que cinco dos oito participantes do grupo de gagos apresentaram maior amplitude de resposta no hemisfério

direito. Rosanowski et al. (1998) observaram grande ocorrência de resultados heterogêneos nos potenciais corticais de indivíduos gagos, sendo identificadas diferenças corticais hemisféricas. Dentro deste contexto, os autores concluíram que tais resultados corroboraram aqueles descritos em estudos de imagem que indicaram que a gagueira possui causas orgânicas e funcionais relacionadas a mudanças no SNC, como por exemplo, com relação ao volume do córtex auditivo direito e do córtex auditivo esquerdo (Foundas et al., 2004) e com relação às atividades em áreas de processamento auditivo no hemisfério esquerdo (Fox et al., 1996; Chang et al., 2009).

Purdy et al. (2001) e Tremblay et al. (2003) ressaltaram a importância do registro de PEA com estímulos complexos, como a fala, na investigação dos processos neurofisiológicos relacionados à percepção de fala, uma vez que os mesmos refletem a integridade funcional das vias auditivas no processamento deste tipo de estímulo (Novak et al., 1989; Ostroff et al., 1998).

De maneira geral, a partir dos resultados obtidos no PEALL, pudemos verificar valores maiores, tanto de latência como de amplitude dos componentes quando os PEALL foram obtidos por meio da apresentação de estímulos de fala. Com relação à variável latência, Kileny et al. (1997) referem que tal característica pode ter ocorrido devido à necessidade de maior tempo no processamento de estímulos complexos. No que tange a amplitude, Lew et al. (1999) ressaltam que as respostas corticais obtidas com estímulos de fala são promissoras na avaliação de pacientes com comprometimento cerebral uma vez que produzem ondas de amplitudes significativamente maiores. Da mesma forma, ao avaliar indivíduos audiologicamente normais, Tampas et al.

(2005) verificaram maiores valores de latência e menores valores de amplitude da onda P300 obtida a partir da apresentação de estímulos de fala.

Inúmeros estudos têm ressaltado a melhora da fala gaguejada sob condições de *feedback* auditivo alterado (Guntupalli et al., 2005; Lincoln et al., 2006; Stidham et al., 2006; Stuart et al., 2006; Armson e Kiefte, 2008). De acordo com Chang (2011), a redução significativa da gagueira nessas condições sugere que as regiões motora e auditiva do cérebro de pessoas que gaguejam interagem de modo distinto do que é visto em indivíduos fluentes. Dentro deste contexto e considerando-se as mudanças nas conexões e atividades neurais nos diversos níveis do sistema nervoso auditivo central resultantes da plasticidade neuronal frente ao treinamento auditivo (Hayes et al., 2003; Nicol e Kraus, 2004; Nicol e Kraus, 2005; Russo et al., 2005), estudos futuros são necessários, a fim de se investigar o efeito do uso de dispositivos que propiciam condições de *feedback* auditivo alterado por indivíduos gagos sobre as respostas do PEA com estímulo de fala, possibilitando, desta forma, o estabelecimento da efetividade destas medidas no monitoramento de possíveis mudanças relacionadas à codificação da informação acústica em nível central a partir do uso destes dispositivos.

As diferenças encontradas na codificação dos sons da fala entre os grupos, principalmente no que diz respeito às respostas de tronco encefálico, podem estar relacionadas à gagueira, embora não tenha sido possível a identificação de correlações específicas entre os resultados dos potenciais evocados auditivos e o distúrbio e seu grau de gravidade, talvez em função das características da casuística avaliada (grau de gravidade leve em sua maioria).

Neste sentido, o registro de PEA com estímulos de fala em indivíduos gagos com diferentes graus de gravidade torna-se imprescindível.

No presente estudo, conforme descrito no capítulo de métodos, o PEATE com estímulo de fala foi obtido somente a partir da apresentação dos estímulos na orelha direita. Hornickel et al. (2009), ao avaliar as diferenças entre as respostas obtidas a partir da apresentação de estímulos complexos nas orelhas direita e esquerda no PEATE com estímulo de fala, verificaram que a assimetria cortical existente para o processamento de elementos lingüísticos se estende ao tronco encefálico, visto haver lateralização do processamento de elementos acústicos importantes para a discriminação da fala. Tais achados também foram descritos por Abrams et al. (2006), que verificaram a existência de uma correlação entre os aspectos temporais das respostas evocadas em tronco encefálico e a assimetria cortical existente para o processamento de sons complexos, como a fala. No presente estudo, diferenças entre as orelhas foram encontradas no grupo de crianças gagas tanto para o PEATE com estímulo clique como para os PEALL com estímulo de fala. Tendo em vista tais aspectos, a obtenção de registros do PEATE com estímulo de fala em ambas as orelhas nesta população é necessária a fim de se verificar se tal assimetria também é observada em indivíduos gagos.

Adicionalmente, considerando-se as diferenças encontradas entre crianças e adultos gagos a cerca do padrão de assimetria entre os hemisférios direito e esquerdo, ressalta-se a importância da caracterização das respostas eletrofisiológicas com estímulos de diferentes complexidades em faixas etárias distintas, uma vez que compensações podem ocorrer nos indivíduos adultos

para as falhas de conectividades do hemisfério esquerdo. Neste sentido, torna-se importante também ter em mente a idade de início do distúrbio, bem como tempo de manifestação.

Além disso, uma vez que estudos apontam a existência de diferenças neuroanatômicas a cerca da integridade da substância branca cerebral entre crianças com gagueira persistente e aquelas que se recuperaram naturalmente da gagueira (Chang et al., 2008), o registro dos PEA nestas duas populações permitiria a identificação de possíveis diferenças relacionadas a codificações de informações auditivas.

Por fim, o delineamento de pesquisas futuras utilizando diferentes PEA considerando todos os aspectos anteriormente citados é importante, pois estas irão favorecer o estudo do processamento da fala em diferentes níveis do sistema nervoso auditivo central em indivíduos gagos, serão capazes de fornecer informações relevantes e objetivas a cerca de possíveis alterações “subclínicas” relacionadas à percepção e processamento da fala nesta população, além de permitir uma melhor determinação dos benefícios e limitações do uso dos PEA com estímulos de diferentes complexidades na avaliação destes indivíduos.

Conclusão

7. Conclusão

Frente aos resultados obtidos podemos concluir que crianças gagas: (a) apresentam resultados normais no teste GIN; (b) apresentam resultados normais no PEATE com estímulo clique, com maior variabilidade nos tempos de latência quando comparadas às crianças em desenvolvimento típico e valores de latência interpicos I-III discretamente maiores na orelha direita; (c) apresentam diferenças no PEATE com estímulo de fala, quando comparadas a crianças em desenvolvimento típico; (d) apresentam maior ocorrência de resultados alterados no PEALL com estímulo *tone burst*; (e) apresentam maior ocorrência de resultados alterados no PEALL com estímulo de fala quando comparadas às crianças em desenvolvimento típico; (f) apresentam diferenças entre as orelhas direita e esquerda com relação aos valores de latência da onda N2 e amplitudes P2-N2 e da onda P300 no PEALL com estímulo de fala, assim como as crianças em desenvolvimento típico.

Embora não tenham sido verificadas alterações de resolução temporal no grupo de crianças gagas por meio do teste comportamental realizado, os resultados dos testes eletrofisiológicos sugerem a presença de diferenças nos processos neurais envolvidos no processamento da informação acústica, entre crianças em desenvolvimento típico e crianças gagas, principalmente em se tratando de elementos de maior complexidade, como a fala.

Anexos

8. Anexos

Anexo A

CÓPIA

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

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 24/03/2010, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **1321/09**, intitulado: "**POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS COM ESTÍMULO DE FALA EM INDIVÍDUOS GAGOS**", apresentado pelo Departamento de **FISIOTERAPIA/FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL**, inclusive Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar a CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: **PROFA. DRA. CARLA GENTILE MATAS**
Pesquisador (a) Executante: **ISABELA CRIVELLARO GONÇALVES**

CAPPesq, 25 de março de 2010

PROF. DR. EDUARDO MASSAD
Presidente
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Rua Ovídio Pires de Campos, 225, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo – SP Fone: 011 3069 6442 Fax: 011 3069 6492 e-mail: cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br
matc

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CAPPesq

Nº Protocolo: 1321/09

Título: POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS COM ESTÍMULO DE FALA EM INDIVÍDUOS GAGOS

Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

Pesquisador Executante: Isabela Crivellaro Gonçalves

Finalidade Acadêmica: Doutorado

Departamento: FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, **APROVOU / TOMOU CIÊNCIA** na sessão datada de 23/11/2011, do(s) documento(s) abaixo mencionado(s):

•Carta datada de 25/10/11 - Solicitação de mudança de faixa etária dos sujeitos de pesquisa e alteração do titulo para: "Potenciais Evocados Auditivos com Estímulo de Fala em Crianças e Adolescentes Gagos". (Projeto modificado e novo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido)

A CAPPesq em obediência à Resolução CNS 196/96, solicita ao pesquisador (a) s elaboração de relatório parcial e final.

No caso de relatório parcial é necessário informar o tempo previsto para a conclusão do protocolo e breve resumo dos resultados obtidos.

CAPPesq, 06 de Dezembro de 2011

PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar - CEP 05403-010 - São Paulo - SP.
Fone: 55 11 3069-6442 ramais 16, 17, 18 e 20 - e-mail: cappesq@hcnet.usp.br

Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CAPPesq

Nº Protocolo: 1321/09
Título: POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS COM ESTÍMULO DE FALA EM CR
Pes arla Gentile Matas
Pes aro Gonçalves
Fin
De DIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Titulo Final.jpg
Tipo: Imagem JPEG
Tamanho: 59,1 KB
Dimensão: 444 x 567 pixels

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, **APROVOU / TOMOU CIÊNCIA** na sessão datada de 19/09/2012, do(s) documento(s) abaixo mencionado(s):

•Carta datada de 31/08/2012 - Solicitação de alteração do título do projeto para "Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas"

A CAPPesq em obediência à Resolução CNS 196/96, solicita ao pesquisador (a) s elaboração de relatório parcial e final.

No caso de relatório parcial é necessário informar o tempo previsto para a conclusão do protocolo e breve resumo dos resultados obtidos.

CAPPesq, 19 de Setembro de 2012

Eliane Schochat
Prof.ª Dra. Eliane Schochat
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação-FMUSP

PROF. DR. LUIZ EUGÊNIO GARCEZ LEME
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 - Prédio da Administração - 5º andar - CEP 05403-010 - São Paulo - SP
55 11 2661-7585 - 55 11 2661-6442 ramais: 16, 17, 18 | marcia.carvalho@hc.fm.usp.br

Anexo B

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

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

2.RESPONSÁVEL LEGAL .....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.).....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M □ F □
DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....
ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO:.....CIDADE: .....
CEP:.....TELEFONE:DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas**
2. PESQUISADOR : Carla Gentile Matas

CARGO/FUNÇÃO: Fonoaudióloga / Professora Doutora INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 4927

UNIDADE DO HCFMUSP: .....

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO X RISCO MÉDIO □

RISCO BAIXO □ RISCO MAIOR □

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : 12 meses

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

Seu filho (a) está sendo convidado a participar de um estudo, que tem como objetivo avaliar a audição de crianças e adolescentes gagos por meio de testes auditivos. Para comparação dos resultados, serão convidados a participar desta pesquisa, também, crianças e adolescentes que não apresentam queixas ou alterações de fala e linguagem, selecionados dentre os frequentadores do Centro de Docência e Pesquisa do Departamento em que a pesquisa está sendo realizada. Utilizarei testes que avaliam a audição. Estes testes auditivos serão realizados no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da USP. Primeiramente, serão realizados testes em uma cabine onde seu filho (a) irá escutar alguns apitos por meio de um fone de ouvido, e deverá levantar a mão toda vez que escutar o apito. Em seguida, serão colocados alguns fios na superfície da sua pele, colados com esparadrapo, para captar as ondas cerebrais relacionadas à audição. Os testes que serão realizados não provocam desconforto e oferecem risco mínimo. O benefício dessa avaliação é verificar se existe alteração no processamento auditivo de estímulos como a fala nas crianças e adolescentes testados, observando se existe algum problema auditivo que possa interferir na qualidade de vida destes sujeitos. A fala e linguagem das crianças e adolescentes gagos serão avaliadas, e os mesmos serão submetidos à terapia fonoaudiológica no Laboratório responsável por esta área. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra. Carla Gentile Matas, que pode ser encontrada na Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, ou nos telefones 30918411 ou 991444240. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br. Seu filho (a) pode, a qualquer momento, deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a sua identificação. Você tem o direito de se manter atualizado sobre os resultados parciais da presente pesquisa. Você não terá despesas pessoais em

qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Os dados obtidos neste estudo serão utilizados somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo" **Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas**".
Eu discuti com a Dra. Carla Gentile Matas sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data ____/____/____

Assinatura da testemunha Data ____/____/____

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

(Somente para o responsável do projeto)

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

Profa. Dra. Carla Gentile Matas Data ____/____/____

Anexo C

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional
Curso de Fonoaudiologia – Audiologia Clínica

ANAMNESE INFANTIL

Nome: **Sexo:** **D. N.:** **Idade:**
N.º CDP: **Encaminhado por: ( ) externo_____ ( ) interno LIF_____**
Responsável: **Parentesco:** **RG:**
Endereço: **CEP:**
Cidade: **Fone:** **Comunidade USP: SIM ( ) NÃO( )**
Nº USP/Unidade:

DATA DO EXAME: **Estagiária:**

QUEIXA E HISTÓRIA DA QUEIXA

Existe consangüinidade entre os pais? Sim ( ) Não ( ) Qual?
Alguém na família tem problema de audição? Sim ( ) Não ( )
Congênita ( ) Adquirida ( ) Quem?

GESTAÇÃO
Teve alguma doença/acidente durante a gestação? Não ( ) Sim ( ) Qual?
Fez uso de medicamentos, drogas ou álcool? Não ( ) Sim ( ) Qual?
Fumou durante a gestação? Não ( ) Sim ( )
Assinale as ocorrências durante a gestação:
Rubéola ( ) Hemorragia ( ) Fator Rh ( ) Hipertensão ( ) Quedas ( ) Outras ( )
Especificar:

PARTO
Normal ( ) A termo( ) Permaneceu em encubadora( )
Cesariana ( ) Prematuro ( ) Cianose( )
Fórceps ( ) Icterícia( )
Peso ao nascer (ver carteirinha de recém nascido):

ALIMENTAÇÃO
Mamou no peito? Sim ( ) Não ( ) Até que idade?
Por que parou?
Tomou mamadeira? Sim ( ) Não ( ) Idade de Início: Idade em que parou:
Posição de amamentação? Sentada ( ) Deitada ( ) Inclinada ( )

DESENVOLVIMENTO
Fixação da cabeça (idade): Andou (idade):
1as. Palavras (idade): Apresenta alteração de fala? Qual?

DOENÇAS QUE JÁ TEVE
( ) Sarampo ( ) Alergias? A que? _____ ( ) Síndrome? Qual?_____
( ) Catapora ( ) Resfriados freqüentes ( ) Sinusite ( ) Convulsões
( ) Caxumba ( ) Infecção de garganta ( ) Adenóides ( ) Febres sem explicação
( ) Rubéola ( ) Bronquite ( ) Rinite ( ) Quedas/traumatismos
( ) Meningite ( ) Pneumonia ( ) Respiração Oral ( ) Outro Qual?_____
Teve alguma complicação? Sim ( ) Não ( ) Em qual?
Hospitalizações? Sim ( ) Não ( ) Motivo:
Faz uso de medicamentos? Sim ( ) Não ( ) Quais?:
Obs:_____

Está com alguma doença atualmente? ( ) Não ( ) Sim. Qual?
Está fazendo algum tratamento ou acopanhamento? Especifique

AUDIÇÃO
Reage a sons? Sim ( ) Não ( ) Quais sons? Tipo de reação:
Compreende ordens: Sim ( ) Não ( ) Especificar:

Assinale as ocorrências:
( ) Dor de ouvido ( ) Supuração ( ) Exposição à ruído ( ) Flutuação da audição
( ) Infecção ( ) Otite ( ) Coceira ( ) Progressão da perda
( ) Tontura ( ) Sensação de ouvido tapado (plenitude auricular)
( ) Zumbido. Tipo:
Em que idade? Quantas crises? Quando foi a primeira crise? E a última?
Tratamentos realizados:
Fez cirurgia de ouvido, nariz ou garganta?
Uso de AASI: ( ) não ( ) sim: Fabricante/Modelo:
Tipo de adaptação/Tempo de uso:

Assinale os comportamentos mais comuns:

( ) Fala alto	( )Baba	( ) Desastrado	( ) Tímido
( ) Fala baixo	( )Fica com a boca aberta	( ) Cai muito	( ) Muito quieto
( ) Fala errado	( ) Desatento	( ) Agitado	( ) Isola-se
( ) Ouve mal	( ) Desorganizado	( ) Irritado	( ) brinca sozinho
( ) Aumenta o volume da TV	( ) Esquecido	( ) Dorme mal	( ) brinca c/ crianças
( ) Pede para repetir o que foi falado	( ) Reclama do barulho	( )Chora muito	( ) briga muito

( ) Outros – especificar:

ESCOLARIDADE
Freqüentou creche ou berçário desde que idade?
Freqüenta escola desde que idade? Série atual:
Repetiu de ano? Sim ( ) Não ( ) Qual?
Aprende com facilidade? Sim ( ) Não ( ) Especificar:
O professor tem alguma queixa da criança? Sim ( ) Não ( )
Qual?
Demora para realizar as tarefas Sim ( ) Não ( )
Faz as tarefas ( ) Sozinho ( ) Com ajuda
Qual a disciplina preferida?
Qual a disciplina menos apreciada?

OUTRAS OBSERVAÇÕES

Referências

9. Referências

Abrams DA, Kraus N. Auditory pathway representation of speech sound in humans. In: Katz J, Hood L, Burkard R, Medwetsky L (ed). *Handbook of Clinical Audiology.* Baltimore: Lippincott. Williams & Wilkins; 2009. p. 611-26.

Abrams DA, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Auditory brainstem timing predicts cerebral asymetry for speech. *J Neurosci.* 2006; 26(43): 11131-7.

Agung K, Purdy SC, McMahon CM, Newall P. The use of cortical auditory evoked potentials to evaluate neural encoding of speech sounds in adults. *J Am Acad Audiol*. 2006; 17: 559-72.

Akhoun I, Gallégo S, Moulin A, Ménard M, Veuillet E, Berger-Vachon C, et al. The temporal relation between speech auditory brainstem responses and the acoustic pattern of the phoneme /ba/ in normal hearing adults. *Clin Neurophysiol.*, 2008; 119: 922-33.

Alvarez AMM, Caetano AL, Nastas SS. Processamento auditivo central: o que é isto? *Fono Atual*. 1997; 1:17-8.

Amaral MIR, Colella-Santos MF. Resolução temporal: desempenho de escolares no teste GIN – Gaps-in-noise. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2010; 76(6): 745-52.

American National Standards Institute. *Specification for instruments to measure aural acoustic impedance and admittance.* ANSI S3.39.1987.

American National Standards Institute. *Specification for audiometers.* ANSI S3.6.1989.

American National Standards Institute. *Maximum permissible ambient noise for audiometric testing.* ANSI S3.1.1991.

American National Standards Institute. *Specification for audiometers.* ANSI S3.7.1996.

American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development. Central Auditory Processing: Current Status of Research and Implications for Clinical Practice. Technical Report; 1996.

American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (Central) Auditory Processing Disorders: the role of the audiologist. Rockville: [s.n.]; 2005. [Position Statement]. Disponível em: <www.asha.rg/policy>.

Anderson JD, Pellowski MW, Conture EG. Childhood stuttering and dissociations across linguistic domains. *J Fluency Disord*. 2005; 30(3): 219-53.

Anderson S, Parbery-Clark A, White-Schwoch T, Kraus N. Aging affects neural precision of speech encoding. *J Neurosci*. 2012; 32(41):14156 –64.

Andrade AN, Gil D, Schiefer AM, Pereira LD. Processamento auditivo em gagos: análise do desempenho das orelhas direita e esquerda. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008; 13(1): 20-9.

Andrade CRF. História natural da gagueira – estudo III: vocabulário, fonologia e pragmática*. Pro Fono.* 2002; 14(3): 371-82.

Andrade CRF. Gagueira Infantil. In: Andrade CRF; Marcondes E. (Orgs). *Fonoaudiologia em Pediatria*. São Paulo: Sarvier, 2003. p. 61-9.

Andrade CRF. Abordagem neurolinguística e motora da gagueira. In: Ferreira LP, Béfi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004, p. 1001-16.

Andrade CRF. A gagueira do desenvolvimento. In: Andrade CRF. *Gagueira Infantil – risco, diagnóstico e programas terapêuticos*. Carapicuíba (SP): Pró-Fono; 2006. p. 05-10.

Andrade CRF, Béfi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. *ABFW Teste de linguagem infantil nas áreas de Fonologia, Vocabulário, Fluência e Pragmática.* 2ª Ed. Barueri, SP: Pró-Fono; 2004.

Andrade CRF, Sassi FC, Matas CG, Neves IF, Martins VO. Potenciais evocados auditivos pré e pós-tratamento em indivíduos gagos: estudo piloto. *Pro Fono.* 2007; 19(4): 401-5.

Andrade CRF, Schochat E. Comparação entre os achados neurolinguísticos e neuroaudiológicos das gagueiras. *Pro Fono*. 1999; 11(2): 27-30.

Angrisani RM, Matas CG, Neves IF, Sassi FC, Andrade CRF. Eletrophysiological auditory evaluation in stutterers pre and post treatment. *Pro Fono.* 2009 ;21(2): 95-100.

Aquino AMCM, Araujo MS. As vias auditivas: periférica e central. In: Aquino AMCM (ed.). Processamento auditivo – eletrofisiologia e psicoacústica. São Paulo: Lovise. p. 17-31.

Arcuri CF. *Correlações entre gagueira e audição: Pesquisa do efeito de supressão e do processamento auditivo* [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2012.

Arcuri CF, Ishii C, Schiefer AM, Pereira LD. Fatores de risco auditivo em indivíduos gagos. *Fono Atual*. 2004; 7(28):4-10.

Armson J, Kiefte M. The effect of SpeechEasy on stuttering frequency, speech rate, and speech naturalness. *J Fluency Disord*. 2008; 33(2): 120-34.

Balen SA, Liebel G, Boeno MRM, Mottecy CM. Resolução temporal de crianças escolares. *Rev CEFAC*. 2009; 11(1): 52-61.

Banai K, Abrams D, Kraus N. Speech evoked brainstem responses and sensory-based accounts of learning disability.

Banai K, Kraus N. The dynamic brainstem: implications for APD. In: McFarland D, Cacace A (eds). *Current controversies in Central Auditory Processing Disorder*. Plural Publishing Inc: San Diego, CA. 2008. pp. 269-89.

Banai K, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Brainstem timing: Implications for cortical processing and literacy *J Neurosci.* 2005; 25(43): 9850-7. *Int J Audiol.* 2007; 46: 524-32.

Bellis TJ. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: from science to practice*. 2ª ed. Clifton Park, NY: Singular/Delman Learning. 2003. p. 50-102.

Bidelman GM, Krishnan A. Effects of reverberation on brainstem representation of speech in musicians and non-musicians. *Brain Res.* 2010;1355: 112-25.

Binder JR, Frost JA, Hammeke TA, Bellgowan PS, Springer JA, Kaufman JN, Possing ET. Human Temporal lobe activation by speech and non-speech sounds. *Cereb Cortex.*, 2000; 10:512-28.

Blood IM. Disruptions in auditory and temporal processing in adults who stutter. *Percept Mot Skills*. 1996; 82(1): 272-4.

Blood IM, Blood GW. Relationship between stuttering severity and brainstem-evoked response timing. *Percep Mot Skills.* 1984; 59(3): 935-8.

Bloodstein O. *A handbook on stuttering*. San Diego: Singular; 1995.

Bloodstein O. *Stuttering: The search for a cause and cure*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 1993.

Bloodstein O, Ratner NB. *A handbook on stuttering* (6ª ed.). Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning, 2008.

Botstein D, Risch N. Discovering genotypes underlying human phenotypes: past successes for mendelian disease, future approaches for complex disease. *Nat Genet*. 2003; 33 (Suppl): 228-37.

Brown T, Sambrooks JE, MacCulloch MJ. Auditory thresholds and the effect of reduced auditory feedback of stuttering. *Acta Psychiatr Scand*. 1975; 51(5): 297.

Carvallo RMM. Imitanciometria. In: Carvallo RMM (Org.). *Fonoaudiologia Informação para a Formação - Procedimentos em Audiologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, v. 3, p. 22-43.

Carvallo RMM, Carvalho M, Ishida IM. Auditory profile in individuals with and without CAPD. In: *12th Annual Convention and Exposition of The American Academy of Audiology*. Chicago. USA; 2000. p.195.

Chandrasekaran B, Kraus N. The scalp-recorded brainstem response to speech: Neural origins and plasticity. *Psychophysiol.,* 2010; 47: 236-46.

Chang SE, Erickson KI, Ambrose NG, Hasegawa-Johnson MA, Ludlow CL. Brain anatomy differences in childhood stuttering. *Neuroimage.* 2008; 39(3): 1333-44.

Chang S, Kenney MK, Loucks TMJ, Ludlow CL. Brain activation abnormalities during speech and non-speech in stuttering speakers. *Neuroimage*. 2009; 46(1): 201-12.

Chang SE. Using Brain Imaging to Unravel the Mysteries of Stuttering. *Cerebrum*; 2011. Article available online at http://dana.org/news/cerebrum/details.aspx/id=33796.

Chermak G, Lee J. Comparison of children´s performance on four tests of temporal resolution. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16:554-63.

Chermak G, Musiek FE. *Central Auditory Processing Disorders*: *New Perspectives*. SanDiego: Singular; 1997.

Chermak GD, Silva ME, Nye J, Hasbrouck J, Musiek FE. An update on professional education and clinical practices in central auditory processing. *J Am Acad Audiol*. 2007; 18(5): 428-52.

Cone-Wesson B, Wunderlich J. Auditory evoked potentials from the cortex: auditory applications. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003; 11(5): 372-7.

Cook S, Donlan C, Howell P. Stuttering severity, psychosocial impact and lexical diversity as predictors of outcome for treatment of stuttering. *J Fluency Disord*. 2013; 38: 124-33.

Cunningham J, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: Deficits and strategies for improvement. *Clin Neurophysiol.* 2001; 112: 758-67.

Cykowski MD, Fox PT, Ingham JC, Robin DA. A study of reproducibility and etiology of diffusion anisotropy differences in developmental stuttering: a potential role for impaired myelination. *Neuroimage.* 2010; 52(4): 1495-504.

Davis PA. The electrical response of the human brain to auditory stimuli. *Am J Physiol.* 1939; 126: 475-6.

Delgutte B, Kiang NY. Speech coding in the auditory nerve: I. Vowel-like sounds. *J Acoust Soc Am.* 1984a; 75: 866-78.

Delgutte B, Kiang NY. Speech coding in the auditory nerve: IV. Sounds with consonant-like dynamic characteristics. *J Acoust Soc Am.* 1984b; 75: 897-907.

Durrant JD, Ferraro JA. Potenciais evocados auditivos de curta latência: eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: Musiek FE, Rintelman WF, org. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* São Paulo: Manole; 2001. p.193-238.

Eggermont JJ, Ponton CW. Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. *Acta Otolaryngol*. 2003;123(2): 249-52.

Farmer ME, Klein R. The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: a review. *Psychonom Bull Rev.*, 1995; 2: 460-93.

Felsenfeld S, Kirk KM, Zhu G, Statham DJ, Neale MC, Martin NG. A study of the genetic and enviromental etiology of stuttering in a selected twin sample. *Behav Genet.* 2000; 30: 359-66.

Ferrand CT, Gilbert HR, Blood GW. Selected aspects of central processing and vocal motor function in stutterers and nonstutterers: P300, laryngeal shift, and vibratory onset. *J Fluency Disord.* 1991; 16(2): 101-15.

Filippini R, Befi-Lopes DM, Schochat E. Efficacy of auditory training using the Auditory Brainstem Response to Complex Sounds: Auditory Processing Disorder and Specific Language Impairment. *Folia Phoniatr Logop*. 2012; 64(5): 217-26.

Foundas AL, Faulhaber J, Kulynych JJ, Browing CA, Weinberger DR. Hemispheric and gender differences in sylvian fissure morphology: a quantitative approach using volumetric MRI. *Neuropsychiatr Neuropsychol Behav Neurol.* 1999; 12:1-10.

Foundas AL, Bollich AM, Corey DM, Hurley M, Heilman KM. Anomalous anatomy of speech-language areas in adults with persistent developmental stuttering. *Neurol.* 2001; 57(2): 207-15.

Foundas AL, Bollich AM, Feldman J, Corey DM, Hurley M, Lemen LC, Heilman KM. Aberrant auditory processing and atypical planum temporale in developmental stuttering. *Neurol*. 2004; 63(9): 1640-6.

Fox PT, Ingham RJ, Hirsch TB, Downs JH, Martin C, Lancaster JL. A PET study of the neural systems of stuttering. *Nature.* 1996; 382(6587): 158-61.

Frazza MM, Munhoz MSL, Silva MLG, Caovilla HH, Ganança MM. Som e Audição. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM (eds). *Audiologia Clínica*. São Paulo: Ed. Atheneu, 2003. p: 1-10.

Friedman J, Peiffer A, Matthew C, Benasich A, Fitch RH. Age and experience-related improvements in gap detection in the rat. *Dev Brain Res*. 2004; 152: 83-91.

Frizzo ACF, Alves RPC, Colafêmina JF. Potenciais evocados auditivos de longa latência: um estudo comparativo entre hemisférios cerebrais. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2001; 67(5): 618-25.

Galbraith GC, Bhuta SM, Choate AK, Kitahara JM, Mullen Jr. TA. Brainstem frequency-following response to dichotic vowels during attention. *Neuroreport.* 1998; 9: 1889-93.

Garinis AC, Cone-Wesson BK. Effects of stimulus level on cortical auditory event-related potentials evoked by speech. *J Am Acad Audiol.* 2007; 18(2): 107-16.

Gates GA, Chakeres DW. Interpretation of diagnostic tests for acoustic neuroma. *Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* Rochester, 1988.

Goodman A. Reference zero levels for pure-tone audiometer. *ASHA*. 1965; 7: 262-3.

Guenther FH. Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *J Commun Disord*. 2006; 39(5): 350-65.

Guitar B. *Stuttering: An integrated approach to its nature and treatment*. Philadelphia: Lippincott, Williams, & Wilkins, 1998.

Guitar B. *Stuttering: An integrated approach to its nature and treatment*. 3ª ed. MD: Lippincott Williams, & Wilkins; 2006.

Guntupalli VK, Kalinowski J, Saltuklaroglu T, Nanjundeswaran C. The effects of temporal modification of second speech signals on stuttering inhibition at two speech rates in adults. *Neurosci Lett*. 2005; 385(1): 7-12.

Hall III JW. *Handbook of auditory evoked responses.* Boston: Allyn and Bacon; 1992.

Hall III JW. Overview of auditory neurophysiology past, present and future. In: Hall III JW. *New Handbook of auditory evoked responses.* Boston: Pearson; 2007. p.1-34.

Hall JW, Jerger J. Central auditory function in stutterers. *J Speech Hear Res*. 1978; 21(2): 324-37.

Hampton A, Weber-Fox C. Non-linguistic Auditory Processing in Stuttering: Evidence from Behavior and Event-Related Potentials. *J Fluency Disord.* 2008; 33(4): 253-73.

Hautus M, Setchell G, Waldie K, Kirk I. Age related improvements in auditory temporal resolution in reading impaired children. *Dyslexia.* 2003; 9:37-45.

Hayes EA, Warrier CM, Nicol TG, Zeckers G, Kraus N. Neural plasticity following training in children with learning problems. *Clin Neuroshysiol.* 2003; 114: 673-84.

Hecox K, Galambos R. Brain stem auditory evoked responses in humans infants and adults. *Arch Otolaryngol*. 1974; 99: 30-3.

Hoormann J, Falkenstein M, Hohnsbein J. Effects of spatial attention on the brainstem frequency-following potential. *Neuroreport*. 2004; 15: 1539-42.

Hornickel J, Knowles E, Kraus N. Test-retest consistency of speech-evoked auditory brainstem responses in typically-developing children. *Hear Res.* 2012; 284: 52-8.

Hornickel J, Kraus N. Objective biological measures for the assessment and management of auditory processing disorder. *Curr Pediatr Rev*. 2011; 7(3): 252-61.

Hornickel J, Lin D, Kraus N. Speech-evoked auditory brainstem responses reflect familial and cognitive influences. *Dev Sci*. 2013; 16(1): 101-10.

Hornickel J, Skoe E, Kraus N. Subcortical laterality of speech encoding. *Audiol Neurotol.* 2009, 14: 198-207.

Howell P, Davis S, Williams SM. Auditory abilities of speakers who persisted, or recovered from stuttering. *J Fluency Disord*. 2006; 31: 257-70.

Howell P, Rosen S, Hannigan G, Rustin L. Auditory backward-masking performance by children who stutter and its relation to dysfluency rate. *Percept Mot Skills*. 2000; 90(2): 355-63.

International Electrotechnical Comission. *Standard for audiometers.* IEC. 1992.

ICD-10. *Classification of Mental and Behavioural Disorders. Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva, World Health Organization, 1992.

Jäncke L, Hänggi J, Steinmetz H. Morphological brain differences between adult stutterers and non-stutterers. *BMC Neurol*. 2004; 4: 23.

Jasper HA. The ten–twenty system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958, 10: 371–5.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970; 92: 311.

Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Brainstem response to speech: a biological marker of auditory processing. *Ear Hear*. 2005; 26(5): 424-34.

Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Developmental plasticity in the human auditory brainstem. *J Neurosci*. 2008; 28: 4000-7.

Johnson K, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Auditory brainstem correlates of perceptual timing deficits. *J Cog Neurosci.* 2007*;* 19: 376-85.

Johnson W. A study of the onset and development of stuttering . In: Johnson W, Leutenegger RR. *Stuttering in Children and Adults*. Minneapolis: University of Minnesota Press; 1955.

Juste F, Andrade CRF. Tipologia das rupturas de fala e classes gramaticais em crianças gagas e fluentes. *Pro Fono.* 2006; 18(2): 129-40.

Jutras B, Lagaca J, Lavigne A, Boissonneault A, Lavoie C. Auditory processing disorders, verbal disfluency, and learning difficulties: a case study. *Int J Audiol*. 2007; 46(1): 31-8.

Kaganovich N, Wray AH, Weber-Fox C. Non-linguistic auditory processing and working memory update in pre-school children who stutter: An electrophysiological study. *Dev Neuropsychol*. 2010; 35(6): 712-36.

Karr GM. The performance of stutterers on selected central auditory tests. *S Afr J Commun Disord*. 1977; 24: 100-9.

Kemp DT, Ryan S, Bray P. A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear Hear*. 1990;11(2): 93-105.

Khedr E, El-Nasser WA, Abdel Haleem EK, Bakr MS, Trakhan MN. Evoked potentials and electroencephalography in stuttering. *Folia Phoniatr Logop*. 2000; 52(4): 178-86.

Kikuchi Y, Ogata K, Umesaki T, Yoshiura T, Kenjo M, Hirano Y, Okamoto T, Komune S, Tobimatsu S. Spatiotemporal signatures of an abnormal auditory system in stuttering. *Neuroimage*. 2011; 55(3): 891-9.

Kileny PR, Boerst A, Zwolan T. Cognitive evoked potentials to speech and tonal stimuli in children with implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117: 161-9.

King C, Warrier CM, Hayes E, Kraus N. Deficits in auditory brainstem encoding of speech sounds in children with learning problems. *Neurosci Lett.*, 2002; 319:111-5.

Koch DB, McGee TJ, Bradlow AR, Kraus N. Acoustic-phonetic approach toward understanding neural processes and speech perception. *J Am Acad Audiol.* 1999; 10: 304-18.

Kolk HHJ, Postma A. Stuttering as a covert-repair phenomenon. In: Curlee, R; Siegel, G (Eds). *Nature and treatment of stuttering: New directions*. Boston: Allyn & Bacon. 1997. pp. 182-203.

Kramer MB, Green D, Guitar B. A comparison of stutterers and nonstutterers on masking level differences and synthetic sentence identification tasks. *J Commun Disord*. 1987; 20(5): 379-90.

Kraus N. Listening in on the listening brain. *Physics Today.* 2011; 64(6): 40-5.

Kraus N, Anderson S. (2012) Hearing matters: Hearing with our brains. *Hearing Journal* 2012; 65(9): 48.

Kraus N, Chandrasekaran B. Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neurosci*. 2010; 11:599-605.

Kraus N, McGee T. Potenciais evocados auditivos de longa latência. In; Katz J (org). *Tratado de Audiologia Clínica*. 4ª Ed. São Paulo: Manole;1999. p. 403-20.

Kraus N, Hornickel J. cABR: A biological probe of auditory processing. In: Geffner D, Ross-Swain D (Eds.). Auditory Processing Disorders: Assessment, Management and Treatment, 2nd ed., 2012.

Kraus N, Nicol T. Auditory evoked potentials. In: Binder MD, Hirokawan N, Windhorst U. (eds). *Encyclopedia of Neuroscience*. Springer: Berlin, 2009. P. 214-18.

Kraus N, Nicol T. Brainstem origins for cortical ‘what’and ‘where’pathways in the auditory system. *Trends Neurosci.* 2005; 28: 176-81.

Krishnan A, Swaminathan J, Gandour JT. Experience-dependent enhancement of linguistic pitch representation in the brainstem is not specific to a speech context. *J Cogn Neurosci.* 2009; 21(6):1092-105.

Krishnan A, Xu Y, Gandour J, Cariani P. Encoding of pitch in the human brainstem is sensitive to language experience. *Brain Res Cogn Brain Res.* 2005; 25(1):161-8.

Krizman J, Skoe E, Kraus N. Sex differences in auditory subcortical function. *Clin Neurophysiol.* 2012; 123: 590-7.

Krizman J, Skoe E, Kraus N. (2010) Stimulus rate and subcortical auditory processing of speech. *Audiol Neurotol.* 15: 332-42.

Langová J, Morávek M. Is hearing an etiological factor in stuttering. *Cesk Otolaryngol*. 1969; 18(1): 22-5.

Lee B S. Some Effects of side-tone delay. *J Acoustic Soc Am*. 1950; 22(5): 639-40.

Lew HL, Slimp J, Price R, Massagli TL, Robinson LR. Comparison of speech-evoked v tone-evoked P300 response: implications for predicting outcomes in

patients with traumatic brain injury. *Am J Phys Med Rehabil*.1999; 78(4): 367-71.

Liebetrau RM, Daly DA. Auditory processing and perceptual abilities of ”organic” and ”functional” stutterers. *J Fluency Disord*. 1981; 6(3): 219-31.

Lincoln M, Packmand A, Onslow M. Altered auditory feedback and the treatment of stuttering: a review. *J Fluency Disord*. 2006; 31(2): 71-89.

Liu JF, Wang NY, Fu X, Li L, Li JL, Wen XH, Zhang HY. Comparison of the basic characters of speech-evoked auditory brainstem response between school-age children and young adults. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2012; 47(8): 646-50.

Loucks T, Kraft SJ, Choo AL, Sharma H, Ambrose NG. Functional brain activation differences in stuttering identified with a rapid fMRI sequence. *J Fluency Disord*. 2011; 36(4): 302-7.

Maiorino V. *Aplicação do teste de escuta dicótica consoante vogal em indivíduos apresentando gagueira* [monografia de especialização]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1993.

Mangabeira-Albernaz P, Mangabeira-Albernaz PL, Mangabeira-Albernaz LG, Mangabeira-Albernaz P. Fº. In: *Otorrinolaringologia Prática*, São Paulo: Editora Sarvier; 1981.

Manning WH, Riensche L. Auditory assembly abilities of stuttering and nonstuttering children. *J Speech Hear Res*. 1976; 19(4): 777-83.

Marler JA, Champlin CA. Sensory processing of backward-masking signals in children with language-learning impairment as assessed with the auditory brainstem response. *J Speech Lang Hear Res.* 2005; 48(1): 189-203.

Martin BA, Boothroyd. Cortical, auditory, event-related potentials in response to periodic and aperiodic stimuli with the same spectral envelope. *Ear Hear.*1999; 20:33-44.

Martin BA, Boothroyd. Cortical, auditory, evoked potentials in response to changes of spectrum and amplitude. *J Acoust Soc Amer*. 2000; 107: 2155-61.

Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear Hear.* 2008; 29(3): 285-313.

Max L, Guenther FH, Gracco VL, Ghosh SS, Wallace ME. Unstable or insufficiently activated internal models and feedback-biased motor control as sources of dysfluency: a theoretical model of stuttering. *CICSD.* 2004; 31: 105-22.

Matas CG. Interpretando uma Audiometria de Tronco Cerebral. In: Gama MR. (Org.). *Resolvendo Casos em Audiologia*. 1ª ed. São Paulo: Editora Plexus, 2001, v. 1, p. 55-69.

Matas CG. Medidas Eletrofisiológicas da Audição - Audiometria de Tronco Cerebral. In: Carvallo RMM (Org.). *Fonoaudiologia Informação para a Formação - Procedimentos em Audiologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003, v. 3, p. 43-57.

Matas CG, Magliaro FCL. Introdução aos Potenciais Evocados Auditivos e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. (Org.). *Tratado de Audiologia*. 1ª. ed. São Paulo: Editora Santos, 2011, v. 1, p. 181-96.

Matas CG, Frazza MM, Munhoz MLL. Aplicação do Potencial Auditivo de Tronco Encefálico em Audiologia Pediátrica. In: Basseto MCA, Brock R, Wajnsztejn R, org. *Neonatologia. Um convite à atuação Fonoaudiológica.* São Paulo: Editora Lovise; 1998. p.301-10.

McCormick B. Therapeutic and diagnostic applications of delayed auditory feedback. *Br J Disord Commun*. 1975; 19(2): 98-110.

McPherson DL. *Late potentials of the auditory system (evoked potentials).* San Diego: Singular Press; 1996.

McPherson DL, Starr A. Binaural interaction in auditory evoked potentials: brainstem, middle- and long-latency components. *Hear Res*. 1993; 66(1):91-8.

Meyers SC, Hughes LF, Schoeny ZG. Temporal-phonemic processing skills in adult stutterers and non-stutterers. *J Speech Hear Res*. 1989; 32(2): 274-80.

Micco AG, Kraus N, Koch DB, McGee TJ, Carrell TD, Sharma A, Nicol T, Wiet RJ. Speech-evoked cognitive P300 potentials in cochlear recipients. *Am J Otol*. 1995; 16(4): 514-20.

Möller AR, Janneta P, Bennett M, Möller MB. Intracranially recorded responses from human auditory nerve: new insights into the origino f brainstem evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1981; 52: 18-27.

Momensohn-Santos TM, Dias AMN, Valente CHB, Assayag FM. Anatomia e fisiologia do órgão da audição e do equilíbrio. In: Momensohn-Santos TM, Russo ICP (orgs). *A prática da audiologia clínica*. 5ª ed. São Paulo: Cortez; 2005.p 11-44.

Morgan MD, Cranford JL, Burk K. P300 event-related potentials in stutterers and nonstutterers. *J Speech Lang Hear Res*. 1997; 49(6): 1334-40.

Moushegian G, Rupert A, Stillman R. Scalp-recorded early response in man to frequencies in the speech range. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1973; 35: 665-7.

Munhoz MSL, Silva MLG, Caovilla HH, Ganança MM, Frazza MM. Neuroanatomofisiologia da audição. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG,

Ganança MM (eds). *Audiologia Clínica*. São Paulo: Ed. Atheneu, 2003. p. 19-44.

Muniz LF, Roazzi A, Schochat E, Teixeira CF, Lucena JA. Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom puro, em crianças com e sem desvio fonológico. *Rev CEFAC*. 2007; 9(4): 550-62.

Musacchia G, Sams M, Nicol T, Kraus N. Seeing speech affects acoustic information processing in the human brainstem. *Exp Brain Res.* 2006; 168: 1-10.

Musiek FE, Bornstein S. Contemporary aspects of diagnostic audiology. *Am J Otolaryngol*. 1992; 13(1): 23-33.

Musiek FE, Bornstein SP, Hall III JW, Schwaber MK. Audiometria de tronco encefálico (ABR): neurodiagnóstico e aplicações intra-operatórias. IN: Katz J, org. *Tratado de Audiologia Clínica.* 4ª. Ed. São Paulo: Manole; 1999. p.349-71.

Musiek FE, Froke R, Weihing J. The auditory P300 at or near threshold. *J Am Acad Audiol.* 2005 b;16(9): 698-707.

Musiek FE, Shinn J, Jirsa R, et al.: GIN (Gaps-in-noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system evolvement. *Ear Hear* 2005a; 26(6): 608-18.

Natke U, Sandrieser P, Ark M, Pietrowsky R, Kalveram KT. Linguistic stress, within-word position, and grammatical class in relation to early childhood stuttering. *J Fluency Disord*. 2004; 29: 109-22.

Nicol T, Kraus N. Speech-sound encoding: Physiological manifestations and behavioral ramifications. *Clin Neurophysiol.* 2004; 57(Supp): 624: 24-30.

Novak GP, Kurtzberg D, Kreuzer JA, Vaughan HG Jr. Cortical responses to speech sounds and their formants in normal infants: maturational sequence and spatiotemporal analysis. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1989; 73(4): 295-305.

Nuck ME, Blood GW, Blood IM. Fluent and disfluent normal speakers' responses on a Synthetic Sentence Identification (SSI) task. *J Commun Disord.* 1987; 20(2):161-9.

Oliveira BV, Domingues CEF, Juste FS, Andrade CRF, Moretti-Ferreira D. Gagueira desenvolvimental persistente familial: perspectivas genéticas. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012; 17(4): 489-94.

Ostroff JM, Martin BA, Boothroyd A. Cortical evoked response to acoustic change within a syllable. *Ear Hear*. 1998;19(4): 290-7.

Ouyang T, Liang Y, Li S. Effect of stimulus intensity on auditory event-related potentials evoked by tone and speech. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2008; 22(1): 4-7.

Pereira LD, Gentilic C, Osterne FJV, Borges ACL, Fukuda Y. Considerações preliminares no estudo do teste de fala com ruído em indivíduos normais. *Acta AWHO* 1992; 11: 119-22.

Pereira LD, Schochat E. *Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central*. Barueri: *Pro Fono*; 2011.

Pereira MMB. *Análise Linguística da Gagueira*. São Paulo: AM3 Artes, 2003.

Perez AP, Pereira LD. O teste *gaps in noise* em crianças de 11 e 12 anos. *Pro Fono* 2010; 22(1): 7-12.

Perkins WH, Kent RD, Curlee RF. A theory of neuropsycholinguistic function in stuttering. *J Speech Hear. Res*. 1991; 34: 734-52.

Phillips D. Auditory gap detection, perceptual channels and temporal resolution in speech perception. *J Am Acad Audiol*. 1999; 10: 343-54.

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

Picton TW, Alain C, Woods DL, John MS, Scherg M, Valdes-Sosa P, Bosch-Bayard J, Trujillo NJ. Intracerebral Sources of Human Auditory-Evoked Potentials. *Audiol Neurootol*. 1999; 4: 64-79.

Picton TW, Bentin S, Berg P, Donchin E, Hillyard SA, Johnson Jr. R, Miller GA, Ritter W, Ruchkin DS, Rugg MD, Taylor MJ. Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: Recording standards and publication criteria. *Psychophysiol*. 2000; 37: 127-52.

Plomp R. The ear as a frequency analyzer. *J Acoust Soc Am.* 1964; 36:1628–36.

Polich J. P300 in clinical applications: meaning, method and measurement. *Am J EEG Technol*. 1991; 31: 201-31.

Polich J, Herbst KL. P300 as a clinical assay: rationale, evaluation and findings. *Int J Psychophysiol*. 2000; 38: 3-19.

Ponton C, Eggermont JJ, Kwong B, et al. Maturation of human central auditory system activity: evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol*. 2000; 111: 220-36.

Probst R, Coats AC, Martin GK, Lonsbury-Martin BL. Spontaneous click and tone burst evoked otoacustic emissions from normal ears. *Hear Res*. 1986; 21(3): 261-75.

Purdy SC, Kelly AS, Thorne PR. Auditory evoked potentials as measures of plasticity in humans. *Audiol Neurootol*. 2001; 6: 211-5.

Quinn PT. Stuttering: Cerebral dominance and the dichotic word test. *Med J Aust.* 1972; 2:639-43.

Rance G, Barker E, Sarant J, Ching T. Receptive language and speech production in children with auditory neuropathy/dyssynchrony type hearing loss. *Ear Hear*. 2007; 28: 694-702.

Riley GD. *Stuttering severity instrument for children and adults*. Austin: Pro-Ed, 1994.

Rocha CN, Filippini R, Moreira RR, Neves IF, Schochat E. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala. *Pro Fono*. 2010; 22(4): 479-84.

Rocha-Muniz CN. *Processamento de sinais acústicos de diferentes complexidades em crianças com alteração da percepção da audição ou da linguagem* [Tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2011.

Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hear Res*. 2012; 294(1-2): 143-52.

Rosanowski F, Hoppe U, Hies T, Moser M, Proschel U, Eysholdt U. Auditory speech-evoked cerebral cortex potentials in patients with stuttering syndromes. *Laryngorhinootol.* 1998; 77(12): 709-14.

Rosenfield D, Jerger J. Stuttering and auditory function. In: Curlee F, Perkins WH. *Nature and treatment of stuttering: New directions*. San Diego: College Hill Press; 1984. P. 73-88.

Russo N, Nicol T, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to syllables. *Clin Neurophysiol*. 2004; 115:2021-30.

Russo NM, Nicol TG, Zecker SG, Hayes EA, Kraus N. Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behav brain res*. 2005; 156: 95-103.

Russo NM, Nicol T, Trommer BL, Zecker S, Kraus N. Brainstem transcription of speech is disrupted in children with autism spectrum disorders.*Dev Sci.* 2009; 12(4): 557–67.

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

Salmelin R, Schnitzler A, Schmitz F, Jäncke L, Witte OW, Freund HJ. Functional organization of the auditory cortex is different in stutterers and fluent speakers. *Neuroreport*. 1998; 9: 2225-9.

Samelli AG. *O Teste GIN (gap in noise): limiares de detecção de gap em adultos com audição normal* [Tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2005.

Samelli AG, Schochat E. The gaps-in-noise test: gap detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol*. 2008a; 47(5): 238-45.

Samelli AG, Schochat E. Processamento auditivo, resolução temporal e teste de detecção de gap: revisão da literatura. *Rev CEFAC.* 2008b; 10(3): 369-77.

Santos TMM, Russo ICP. Logoaudiometria. In: Santos TMM, Russo ICP. *A prática da audiologia clínica.* 3ª ed. São Paulo: Cortez; 1991. p.73-88.

Sassi FC, Matas CG, de Mendonça LI, Andrade CRF. Stuttering treatment control using P300 event-related potentials. *J Fluency Disord*. 2011; 36(4): 308-17.

Saur D, Kreher BW, Schnell S, Kummerer D, Kellmeyer P, Vry MS, Weiller C. Ventral and dorsal pathways for language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA 2008; 105(46): 18035-40.

Schiefer AM. Abordagem psicolinguística da fluência. In: Ferreira LP, Béfi-Lopes D, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p. 1035-9.

Schiefer AM, Barbosa LMG, Pereira LD. Considerações preliminares entre uma possível correlação entre gagueira e aspectos lingüísticos e auditivos. *Pro Fono*. 1999; 11(1): 31-7.

Schochat E. Avaliação eletrofisiológica da audição. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia.* São Paulo: Roca; 2004. p. 656-68.

Sharma A, Dorman F. Cortical auditory evoked potentials correlates of categorical perception of voice-onset time. *J Acoustic Soc Am.* 1999; 106: 1078-83.

Shinn J. Temporal processing and temporal patterning tests. In: Musiek F, Chermak G, eds. *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorders: Auditory Neuroscience and Diagnosis*. San Diego: Plural Publishing, 2007.

Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gaps-In-Noise) Performance in the Pediatric Population. *J Am Acad Audiol.* 2009; 20: 229-38.

Silva R, Oliveira CMC, Cardoso ACV. Aplicação dos testes de padrão temporal em crianças com gagueira desenvolvimental persistente. *Rev. CEFAC* [online]. 2011; 13(5): 902-8.

Slorach N, Noehr B. Dichotic listening in stuttering and dislalic children. Cortex. 1973; 9:295-300.

Skoe E, Kraus N. Auditory brain stem response to complex sounds: A tutorial. *Ear Hear.* 2010; 31:302-24.

Smith A, Kelly E. Stuttering: A dynamic multifactorial model. In: Curlee RF, Siegel GM, eds. *Nature and treatment of stuttering: New directions*. 2nd ed. Needham Heigts, MA: Allyn& Bacon; 1997. p. 204-17.

Sommer M, Koch MA, Paulus W, Weiller C, Buchel C. Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering. *Lancet.* 2002; 360(9330): 380-3.

Song JH, Banai K, Russo NM, Kraus N. On the relationship between speech- and non-speech-evoked auditory brainstem responses. *Audiol Neurootol*. 2006; 11: 233-41.

Song JH, Nicol T, Kraus N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. *Clin Neurophysiol*. 2011; 122: 346-55.

Song JH, Skoe E, Wong PC, Kraus N. Plasticity in the adult human auditory brainstem following short-term linguistic training. *J Cogn Neurosci*. 2008; 20(10): 1892-902.

Stark RE, Pierce BR. The effects of delayed auditory feedback on a speech-related task in stutterers. *J Speech Hear Res*. 1970; 13(2): 245-53.

Stidham KR, Olson L, Hillbratt M, Sinopoli T. A new antistuttering device: treatment of stuttering using bone conduction stimulation with delayed temporal feedback. *Laryngoscope*. 2006; 116(11): 1951-5.

Strait DL, Kraus N. Can you hear me now? Musical training shapes functional brain networks for selective auditory attention and hearing speech in noise. *Frontiers in Psychology*. 2011; 2:113.

Strait DL, Parbery-Clark A, Hittner E, Kraus N. Musical training during early childhood enhances the neural encoding of speech in noise. *Brain Lang*. 2012; 123(3): 191-201.

Stuart A, Kalinowski J, Saltuklaroglu T, Guntupalli VK. Investigations of the impact of altered auditory feedback in-the-ear devices on the speech of people who stutter: one-year follow-up. *Disabil Rehabil*. 2006; 28(12): 757-65.

Sutton S, Braren M, Zubin JJ. Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*. 1965; 150: 1187-8.

Tallal P, Piercy M. Developmental aphasia: rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neuropsychol.* 1974; 12:83-93.

Tampas JW, Harkrider AW, Hedrick MS. Neurophysiological indices of speech and nonspeech stimulus processing. *J Speech Lang Hear Res.* 2005; 48(5): 1147-64.

Timmons BA, Boudreau JP. Auditory feedback as a major factor in stuttering. *J Speech Hear Disord*. 1972; 37(4): 476-84.

Toscher MM, Rupp RR. A study of the central auditory processes in stutterers using the Synthetic Sentence Identification (SSI) test battery. *J Speech Hear. Res.* 1978; 21(4): 779-92.

Trehub SE, Henderson JL. Temporal resolution in infancy and subsequent language development. *J Speech Hear Res*. 1996; 39: 1315-20.

Trehub SE, Schneider BA, Henderson JL. Gap detection in infants, children, and adults. *J Acoust Soc Am*. 1995;98 (5 Pt 1): 2532-41.

Tremblay KL, Friesen L, Martin BA, Wright R. Test-retest reliability of cortical evoked potentials using naturally produced speech sounds. *Ear Hear*. 2003; 24(3): 225-32.

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

Tzounopoulos T, Kraus N. Learning to encode timing: Mechanisms of plasticity in the auditory brainstem. *Neuron.* 2009; 62: 463-9.

Van Riper C. *The nature of stuttering*. 2nd ed. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall; 1982.

Vander Werff KR, Burns KS. Brain stem responses to speech in younger and older adults. *Ear Hear*. 2011; 32(2):168-80.

Von Suchodoletz W, Wolfram I. (1996) Early auditory evoked potentials in children with language development disorders. *Klin Padiatr.* 1996; 208(5): 290-3.

Walker M, Shinn J, Cranford J, Givens G, Holbert D. Auditory temporal processing performance of young adults with reading disorders. *J Speech Lang Hear Res.* 2002; 45: 598-605.

Warrier C, Wong P, Penhune V, Zatorre R, Parrish T, Abrams D, Kraus N. Relating structure to function: Heschl´s gyrus and acoustic processing. *J Neurosci*. 2009; 29(1): 61-9.

Watkins KE, Smith SM, Davis S, Howell P. Structural and functional abnormalities of the motor system in developmental stuttering. *Brain*. 2008; 131(Pt 1): 50-9.

Weber-Fox C, Spruill JE III, Spencer R, Smith A. Atypical neural functions underlying phonological processing and silent rehearsal in children who stutter. *Dev Sci*. 2008; 11(2): 321-37.

Webster RL, Schumacher SJ, Lubker BB. Changes in stuttering frequency as a function of various intervals of delayed auditory feedback. *J Abnorm Psychol.* 1970; 75(1): 45-9.

Werner LA, Folsom RC, Mancl LR, Syapin CL. Human auditory brainstem response to temporal gaps in noise. *J Speech Lang Hear Res*. 2001; 44: 737-50.

Wible B, Nicol T, Kraus N. Abnormal neural encoding of repeated speech stimuli in noise in children with learning problems. *Clin Neurophysiol.2002;* 113: 485-94.

Wible B, Nicol T, Kraus N. Atypical brainstem representation of onset and formant structure of speech sounds in children with language-based learning problems. *Biol Psychol.*, 2004; 67: 299-317.

Wible B, Nicol T, Kraus N. Correlation between brainstem and cortical auditory processes in normal and language-impaired children. *Brain.* 2005; 128 (2): 417-23.

Wilber LA. Audiometria tonal liminar: via aérea e via óssea. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001.

Wingate ME. *The structure of stuttering: A psycholinguistic study*. New York: Springer-Verlag, 1988.

Wittke-Thompson JK, Ambrose N, Yairi E, Roe C, Cook EH, Ober C, Cox NJ. Genetic studies of stuttering in a founder population. *J Fluency Dis*ord. 2007; 32(1): 33-50.

Wong PC, Parsons LM, Martinez M, Diehl RL. The role of the insular cortex in pitch pattern perception: the effect of linguistic contexts. *J Neurosci.* 2004; 13;24(41):9153-60.

Wong PC, Perrachione TK, Parrish TB. Neural characteristics of successful and less successful speech and word learning in adults. *Hum Brain Mapp*. 2007; 28: 995-1006.

Wynne MK, Boehmler RM. Central auditory function in fluent and disfluent normal speakers. *J Speech Hear. Res.* 1982; 25(1): 54-7.

Yairi E, Ambrose N. Epidemiology of stuttering: 21st century advances. *J Fluency Disord*. 2013; 38: 66-87.

Yairi E, Ambrose NG, Cox N. Genetics of stuttering: A critical review. *J Speech Hear Res.* 1996a; 39 (4): 771-84.

Yairi E, Ambrose NG, Paden EP, Throneburg RN. Predictive factors of persistence and recovery: pathways of childhood stuttering. *J Commun Disord*. 1996b; 29(1): 51-77.

Young ED, Sachs MB. Representation of steady-state vowels in the temporal aspects of the discharge patterns of populations of auditory-nerve fibers. *J Acoust Soc Am.* 1979; 66(5):1381-403.

Zatorre RJ, Belin P. Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cereb Cortex*. 2001; 11(10): 946-53.

Zemlin WR. Princípios de Anatomia e Fisiologia em Fonoaudiologia. São Paulo: Artes Médicas Sul; 2000.

Zeng FG, Oba S, Garde S, Sininger Y, Starr A. Temporal and speech processing deficits in auditory neuropathy. *Neuroreport*. 1999; 10: 3429-35.