

Isabela Crivellaro Gonçalves

**Potencial evocado auditivo de tronco
encefálico com estímulo de fala em crianças
com distúrbio fonológico**

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

Área de concentração: Comunicação Humana
Orientadora: Profa. Dra. Carla Gentile Matas

SÃO PAULO

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Tronco encefálico com estímulo de fala em crianças com distúrbio fonológico / Isabela
M. de Sá, 2009.

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Departamento de Audiologia e Terapia Ocupacional.

Departamento de Psicologia Humana.

15.

1. Testes auditivos 2. Potenciais evocados do tronco encefálico 3. Criança 4. Transtornos

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Marilucia e Nelson,

*Por todo ensinamento de vida, por
não medirem esforços em minha
formação, por vibrarem comigo nos
momentos de vitória e chorarem
comigo nos momentos de tristeza,
pelo carinho, amor e dedicação
manifestados sempre.*

Às minhas irmãs, Rafaela e Daniela,

*Pelas constantes demonstrações de
carinho e incentivo e por se fazerem
sempre tão presentes em minha vida.*

Aos meus sobrinhos, Enzo e Davi,

*Por trazerem paz ao meu coração e
por serem tão especiais,
enriquecendo minha existência.*

AGRADECIMENTOS

À **Profa. Dra. Carla Gentile Matas**, pela dedicação e carinho dispendidos desde o início de minha formação profissional, paciência e apoio tidos comigo ao longo deste processo, pelo incentivo, ensinamentos, pelo exemplo de vida profissional, por sua orientação precisa na elaboração desta dissertação e, principalmente, por acreditar e confiar em mim de maneira irrestrita.

As professoras **Dra. Eliane Schochat** e **Dra. Haydée Fiszbein Wertzner** pelas valiosas sugestões e contribuições no exame de qualificação.

À **Fga. Dra. Ivone Ferreira Neves** pelo auxílio no início deste projeto, por todos os ensinamentos ao longo destes anos, e por toda contribuição no exame de qualificação.

A professora **Dra. Alessandra G. Samelli** pelo acolhimento, disponibilidade e contribuições na análise dos resultados.

Às **Fgas. Dra. Vanessa de Oliveira Martins, Dra. Amália Rodrigues, Dra. Daniela Galea, Renata Fillipini** e **Caroline Rocha**, pela amizade, disponibilidade e por toda ajuda a mim dispensada ao longo deste trabalho.

Às minhas queridas amigas, **Renata Leite** e **Fernanda Magliaro**, pelo apoio, cumplicidade e pela verdadeira amizade construída ao longo destes anos.

Ao querido **Ed**, por estar presente em etapas importantes da minha vida, por sempre apoiar minhas escolhas e por acreditar em mim incondicionalmente.

A minha querida **Valéria Araújo**, pela inestimável ajuda e pelo carinho incondicional.

Às minhas queridas colegas de profissão e amigas **Fgas. Laura Mangilli, Patrícia Teles, Ana Teresa Geralde, Débora Bibiano, Ana Flávia Vidal, Fabíola Juste, Seisse Gabriela Sanches e Fernanda Sassi** pelo apoio e por estarem presentes em momentos tão importantes.

Aos meus cunhados, **Fabiano e Giuliano**, pelo carinho e pelas inúmeras risadas que, por muitas vezes, tornaram meu dia mais leve.

À **Fga. Talita Tavares** pela disponibilidade e pelas contribuições na revisão da língua inglesa.

Ao estatístico **Fábio Esteves** pelo auxílio na análise estatística dos resultados.

Às secretárias **Beatriz e Maria Cristina** por toda ajuda e suporte oferecidos ao longo de todo o processo.

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

A todos os meus **amigos e familiares**, 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.

À **Deus**, por guiar meus passos neste complexo processo que é a vida terrena, pelo amor e principalmente, pela oportunidade de vivenciar momentos de fracasso, aprendizado e sucesso, fundamentais à minha evolução.

EPIGRAFE

*Onde você vê um obstáculo, alguém vê o término da viagem
e o outro vê uma chance de crescer.*

*Onde você vê um motivo pra se irritar, alguém vê a tragédia total
E o outro vê uma prova para sua paciência.*

*Onde você vê a morte, alguém vê o fim
E o outro vê o começo de uma nova etapa...*

*Onde você vê a fortuna, alguém vê a riqueza material
E o outro pode encontrar por trás de tudo, a dor e a miséria total.*

*Onde você vê a teimosia, alguém vê a ignorância,
E um outro compreende as limitações do companheiro,
percebendo que cada qual caminha em seu próprio passo.*

*E que é inútil querer apressar o passo do outro,
a não ser que ele deseje isso.*

Cada qual vê o que quer, pode ou consegue enxergar.

"Porque eu sou do tamanho do que vejo.

E não do tamanho da minha altura."

Fernando Pessoa

Esta dissertação 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. Serviço 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. 2ª Ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

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

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	
Lista de Figuras e Quadros	
Lista de Abreviaturas e Símbolos	
Lista de Siglas	
Resumo	
Summary	
1 - Introdução.....	21
2 – Objetivos	26
3 - Revisão de Literatura.....	28
3.1 – O Desenvolvimento do Sistema Fonológico e suas Alterações....	28
3.2 – Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico.....	32
3.3 – Codificação neural do estímulo de fala no tronco encefálico.....	38
3.4 – Estudo do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em crianças com distúrbios de aprendizagem e/ou transtornos de fala e linguagem.....	42
4 - Métodos	50
4.1 - Casuística.....	50
4.2 - Materiais.....	52
4.3 - Procedimentos	55
5 - Resultados.....	66
6 - Discussão	76
7 – Conclusão	91
6 – Anexos	93
7 – Referências.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms) das ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha direita.	67
Tabela 2: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms) das ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha esquerda.	67
Tabela 3: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha direita.....	68
Tabela 4: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha esquerda.	68
Tabela 5: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms) das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.....	69
Tabela 6: Estatística descritiva dos valores médios de amplitude (em μV) das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.....	69
Tabela 7: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms), amplitude (em μV) e <i>slope</i> (em $\mu\text{V}/\text{ms}$) do Complexo VA do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.	70
Tabela 8: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para os valores de latência das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.	70
Tabela 9: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para os valores de amplitude das ondas V, A, C e F no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.	71

Tabela 10: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência do complexo VA no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.	71
Tabela 11: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a amplitude do complexo VA no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.	72
Tabela 12: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para o <i>slope</i> do complexo VA no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.	72
Tabela 13: Comparação da distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique e estímulo de fala no grupo estudo – Orelha direita.	73
Tabela 14: Correlação entre as latências das ondas V e A no PEATE com estímulo de fala e o PCC-R das provas de imitação e nomeação no grupo estudo.....	74

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1: Exemplo de traçado gerado pelo Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico para estímulo clique.	34
Figura 2: Traçado gerado pelo Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico para estímulo de fala (Russo et. al, 2004).	37
Quadro 1: Valores normativos para as latências das Ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique (Hall, 1992).....	61
Quadro 2: Valores normativos para as latências e amplitudes das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala (Schochat e Filippini, <i>in press</i>).....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

dB	decibel
dBNA	decibel Nível de Audição
dBnNA	decibel Nível de Audição normal
dBA	decibel medido na curva de ponderação "A"
ed.	Edição
et al.	e outros
DP	Desvio Padrão
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Estudo
Hz	Hertz
IPRF	Índice Percentual de Reconhecimento de Fala
kHz	Quilohertz
kOhms	Quilo Ohms
LRF	Limiar de Recepção de Fala
ms	milissegundo
μ V	microvolts
p	página

LISTA DE SIGLAS

ABR	<i>Auditory Brainstem Response</i>
AEP	<i>Auditory Evoked Potentials</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
ASHA	<i>American Speech-Language-Hearing Association</i>
BERA	<i>Brainstem Evoked Response Audiometry</i>
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
EcoGh	Eletrococleografia
EEG	Eletroencefalograma
FFR	<i>Frequency-following response</i>
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
M1	Mastóide esquerda
M2	Mastóide direita
IES	<i>International Electrode System</i>
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência

Resumo

RESUMO

Gonçalves IC. *Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com Estímulo de Fala em Crianças com Distúrbio Fonológico* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2009.

INTRODUÇÃO: O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é um exame objetivo, que avalia a integridade da via auditiva no tronco encefálico e complementa os procedimentos audiológicos de rotina no diagnóstico de alterações auditivas. Atualmente, pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de caracterizar os potenciais evocados auditivos obtidos com estímulos de fala, que são espectralmente e temporalmente mais complexos que o estímulo clique. **OBJETIVO:** caracterizar os achados dos PEATE com estímulo clique e de fala em crianças com diagnóstico de distúrbio fonológico. **MÉTODOS:** Foram avaliadas 36 crianças com limiares auditivos dentro da normalidade, na faixa etária de sete a 11 anos, por meio do PEATE com os estímulos clique e de fala, 18 com distúrbio fonológico (grupo estudo) e 18 em desenvolvimento típico (grupo controle). Na análise dos dados quantitativos, realizada por meio do teste T de *Student*, foram obtidos valores de média, mediana, desvio padrão, valor mínimo e máximo, e p-valor, quando da comparação entre os grupos. Na análise dos dados qualitativos, realizada por meio do Teste Exato de Fisher, comparou-se a ocorrência de resultados normais e alterados entre os grupos. Foram

analisadas as relações entre os resultados do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R (*Percentage of consonants corrects – Revised*) no grupo estudo por meio da correlação de Pearson. RESULTADOS: No PEATE com estímulo clique, observou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos para as latências absolutas das ondas I, III e V em ambas as orelhas, com latências maiores no grupo estudo, embora, na análise dos dados qualitativos, não tenham sido observadas diferenças entre os grupos com relação à ocorrência de resultados normais e alterados. No PEATE com estímulo de fala, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos para os valores de latência das ondas V e A. Na análise dos dados qualitativos, quando comparada a ocorrência de resultados normais e alterados entre os grupos, observou-se diferença estatisticamente significativa para as latências das ondas V e A. Não foram observadas correlações significantes entre os resultados do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R no grupo de crianças com distúrbio fonológico. Conclusão: Crianças com distúrbio fonológico apresentam alterações no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo de fala, evidenciadas pelo atraso na condução do impulso elétrico quando comparadas a crianças em desenvolvimento típico, sugerindo a existência de comprometimentos na via auditiva nesta região.

Descritores: potenciais evocados auditivos, potenciais evocados auditivos de tronco encefálico, criança, transtornos da articulação.

Summary

SUMMARY

Gonçalves IC. *Speech-evoked auditory brainstem responses in children with phonological disorders* [dissertation]. São Paulo: Medicine School, University of São Paulo; 2009.

INTRODUCTION: The Auditory Brainstem Response (ABR) is an objective measure that evaluates the integrity of the brainstem auditory pathway and that supplements the routine audiological procedures in the diagnosis of hearing impairment. Nowadays, studies have been developed in order to characterize the auditory evoked potentials obtained through speech stimuli that are spectrally and temporally more complex than the click stimuli. AIM: To characterize the click- and the speech-evoked ABR in children with a diagnosis of phonological disorder. METHODS: Auditory Brainstem Responses to both a click and speech stimulus (syllable /da/) were recorded in 36 children with normal bilateral hearing, with ages ranging from seven to 11 years old - 18 children with typical development (Control Group - CG) and 18 children clinically diagnosed with a phonological disorder (Study Group - SG). The quantitative data analysis was performed through the unpaired T Student test. Values of mean, median, standard deviation, minimum and maximum, and p-value were obtained for the between group comparison. The qualitative data analysis was performed through the Fisher's Exact Test. The occurrence of normal and abnormal results was compared between

groups. The relationship between the results of speech-evoked ABR and the PCC-R index (Percentage of consonants corrects – Revised) of the SG was established by Pearson's correlation. RESULTS: In the click-evoked ABR, a statistically significant difference was observed on the between groups analysis for latency values of waves I, III and V in both ears, with higher latency values for the study group. However, no between group differences were observed in the qualitative data analysis regarding the occurrence of normal and abnormal results. In the speech-evoked ABR, a statistically significant difference was observed on the between groups analysis for the latency values of waves V and A. Similarly, a statistically significant difference between groups was observed on the qualitative data analysis of latencies of waves V and A when comparing the occurrence of normal and abnormal results. No significant correlations between the results of speech-evoked ABR and the PCC-R index were observed in the group of children with phonological disorder. Conclusion: Children with phonological disorders present abnormal results in the speech-evoked ABR when compared to typically developing children. This was evidenced by the delay in conducting the electrical impulse through the brainstem, suggesting the existence of auditory pathway disorders in this region.

Descriptors: auditory evoked potentials; evoked potentials auditory brain stem, child, articulation disorders.

Introdução

1 - INTRODUÇÃO

O distúrbio fonológico é uma alteração de manifestação primária, de causa indefinida, caracterizado por uma dificuldade em um ou mais níveis responsáveis pelo desenvolvimento do sistema fonológico. Estudos apontam que o distúrbio fonológico é considerado uma das mais prevalentes alterações de comunicação verificadas em crianças pré-escolares e escolares, variando de 2% em crianças na faixa etária de oito anos, a 24,6% em crianças com cinco anos, com uma prevalência média estimada de 8 a 9% (Shriberg et al., 1999; Law et al., 2000).

Sabe-se que o desenvolvimento adequado do sistema fonológico, bem como de outros aspectos lingüísticos, depende da integridade e do bom funcionamento do sistema auditivo, em suas porções periférica e central.

Para a avaliação do sistema auditivo periférico e central utilizam-se, além dos exames que compõe a avaliação audiológica convencional (audiometria tonal, audiometria vocal e medidas de imitância acústica), os potenciais evocados auditivos. Tais testes são utilizados para determinar o limiar de detecção do sinal acústico e inferir sobre a integridade funcional e estrutural dos componentes neurais das vias auditivas (Kraus et al., 1999).

Os potenciais evocados auditivos (PEA) são uma resposta eletrofisiológica ao som que, em geral, é distinguida de acordo com seu tempo de latência: Eletrococleografia (EcoGh) e Potencial Evocado Auditivo

de Tronco Encefálico (PEATE) – curta latência; Potencial Evocado Auditivo de Média Latência (PEAML) – média latência; e Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) e Potencial Cognitivo (P300) – longa latência (Stach, 1997). Tais respostas não dependem da habilidade lingüística do indivíduo e, com exceção dos potenciais tardios, não demandam um processamento cognitivo do estímulo acústico, constituindo-se em técnicas de avaliação complementares àquelas comportamentais, e não equivalentes (Schochat, 2004).

De acordo com a literatura especializada, os potenciais evocados auditivos têm sido utilizados para avaliar a via auditiva de crianças com alterações de linguagem, pois a codificação neural anormal da informação auditiva parece estar relacionada à presença de comprometimentos 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 potencial evocado auditivo mais utilizado na prática clínica é o PEATE, um exame objetivo, que avalia a integridade da via auditiva e complementa os procedimentos audiológicos de rotina no diagnóstico de alterações auditivas.

Atualmente, pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de caracterizar as respostas evocadas auditivas obtidas com estímulos de fala, que são espectralmente e temporalmente mais complexos que o estímulo clique (Cunningham et al., 2001). O uso do PEATE com estímulo de fala, ao passo que fornece uma medida quantitativa no que tange à codificação

neural dos sons da fala, permite compreender a base neural da função auditiva normal e deficiente, (Russo et al., 2004). Segundo Johnson et al. (2005), as medidas obtidas por meio do PEATE com estímulos de fala são válidas e confiáveis, constituindo-se como um instrumento útil na avaliação da integridade da transmissão neural do estímulo acústico.

Alguns indivíduos com alterações de linguagem e/ou aprendizagem apresentam problemas na codificação neural de informações espectrais e temporais importantes para a percepção acurada dos sons (King et al., 2002; Cunningham et al., 2001; Wible et al., 2005b). Sendo a estrutura acústica da fala marcada pela mudança brusca do padrão espectral, alterações no processamento e na percepção destes sons podem comprometer o desenvolvimento de habilidades lingüísticas normais.

Sabe-se que crianças com distúrbio fonológico apresentam alterações, não somente em relação à precisão articulatória, mas também na percepção e organização de regras lingüísticas. É prudente pensar, portanto, que isto possa ocorrer devido a um déficit na sincronia neural, uma vez que estas crianças apresentam audição periférica normal.

Os poucos trabalhos na literatura que investigaram as respostas eletrofisiológicas da audição em crianças com distúrbio fonológico indicam haver discrepância nos resultados obtidos, sendo observadas respostas normais com relação ao processamento temporal quando avaliadas por meio do *Mismatch Negativity* (MMN) (Roggia, 2003) e comportamento neurofisiológico alterado quando avaliadas por meio dos PEALL, sugerindo um desenvolvimento imaturo do córtex auditivo (Advíncula et al., 2005).

Visto que o desenvolvimento do sistema fonológico, assim como de outros aspectos lingüísticos, depende do funcionamento adequado do sistema auditivo como um todo, é de suma importância conhecer o funcionamento do sistema auditivo central na região do tronco encefálico, em crianças com distúrbio fonológico audiológicamente normais.

Objetivos

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi caracterizar os achados dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) com estímulo clique e estímulo de fala em crianças com diagnóstico de distúrbio fonológico, audiológicamente normais.

2.2 - Objetivos Específicos

- Comparar os resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo clique obtidos em crianças com distúrbio fonológico com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, da mesma faixa etária.
- Comparar os resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala obtidos em crianças com distúrbio fonológico com aqueles de crianças em desenvolvimento típico, da mesma faixa etária.
- Comparar a ocorrência de resultados normais e alterados nos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico com estímulo clique e estímulo de fala, em crianças com distúrbio fonológico.
- Correlacionar os resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo de fala, e o índice PCC- R, no grupo de crianças com distúrbio fonológico.

Revisão de Literatura

3 - REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, serão apresentadas algumas considerações apontadas na literatura especializada, pertinentes ao tema abordado na presente pesquisa. Desta forma, serão discutidos, por meio do encadeamento de idéias, aspectos relevantes relacionados aos seguintes temas:

- ✓ Desenvolvimento do sistema fonológico e suas alterações;
- ✓ Histórico e aplicações clínicas do potencial evocado auditivo de tronco encefálico com estímulo clique e estímulo de fala;
- ✓ Codificação neural do estímulo de fala no tronco encefálico;
- ✓ Resultados obtidos nos estudos realizados com o PEATE em crianças em desenvolvimento típico e com transtornos de fala, linguagem e/ou distúrbios de aprendizagem.

3.1 – O Desenvolvimento do Sistema Fonológico e suas Alterações

Segundo Wertzner (2004), a aquisição do sistema fonológico da língua, incluindo o inventário fonético e as regras fonológicas, ocorre de maneira gradual até aproximadamente os sete anos de idade. De acordo com a autora, a fase de maior expansão do sistema fonológico ocorre entre um ano e meio e quatro anos, quando ocorre um aumento do inventário fonético utilizado nas estruturas silábicas mais complexas e de palavras

polissílabas, sendo este período caracterizado pela ocorrência de omissões, substituições e processos fonológicos. Na faixa etária dos quatro aos sete anos a criança adquire sons mais complexos, produz de forma adequada as palavras mais simples e começa a usar palavras mais longas, estabilizando o sistema fonológico.

São três os níveis responsáveis pelo desenvolvimento do sistema fonológico, sendo estes: produção, percepção e organização de regras. A produção e a percepção estão relacionadas à habilidade motora da fala e às palavras dos adultos que a criança tenta produzir, respectivamente, e a organização de regras representa o modo pelo qual a criança estrutura sua linguagem por meio dos contrastes e processos fonológicos que utiliza.

Os processos fonológicos são simplificações sistemáticas da fala do adulto que ocasionam ambigüidade da mensagem e um grau variável de inteligibilidade de fala. Esses processos podem ser de desenvolvimento ou não, possuindo várias classificações (Ingram, 1976). Wertzner (1995) estudou a aquisição do sistema fonológico em 64 crianças da região do Butantã, na cidade de São Paulo, e classificou 14 processos fonológicos, sendo 10 pertencentes ao desenvolvimento da criança (redução de sílaba, plosivação de fricativa, posteriorização para velar, posteriorização para palatal, frontalização de velares, frontalização de palatal, simplificação de líquidas, simplificação do encontro consonantal, simplificação da consoante final e harmonia consonantal), e quatro considerados como não pertencentes ao desenvolvimento (sonorização de plosivas, sonorização de fricativas, ensurdecimento de plosivas e ensurdecimento de fricativas). A

autora verificou que, nesta população, os processos considerados como pertencentes ao desenvolvimento são eliminados entre três e sete anos de idade. Os processos considerados como não pertencentes ao desenvolvimento são considerados inadequados em qualquer idade.

O distúrbio fonológico decorre do uso inadequado das regras fonológicas características do sistema usado pelos falantes adultos da língua (Elbert, 1992). Gierut (1998) refere que o distúrbio fonológico interfere no modo pelo qual os sons da fala são armazenados e representados no léxico mental, ou acessados e recuperados cognitivamente. Fey (1992) prefere utilizar o termo “distúrbio fonológico” ao termo “distúrbio articulatorio”, pois os erros apresentados não ocorrem somente em palavras ou sons específicos, mas em grupos de sons similares no aspecto fonológico que os compõe.

Diversos estudos têm buscado investigar a razão das diferenças fonológicas encontradas na comparação entre crianças com e sem distúrbio fonológico. Neste sentido, possíveis causas relacionadas ao distúrbio fonológico são descritas na literatura, tais como gênero, idade, ocorrência de otites, aspecto familiar e processamento auditivo (Friel-Patti, 1990; Lewis e Freebairn, 1997; Shriberg et al., 2000). Em geral, o aspecto familiar e a ocorrência de otite média e/ou infecções das vias aéreas superiores nos primeiros anos de vida parecem ser fatores relacionados ao aparecimento do distúrbio fonológico (Wertzner, 2004).

Um aspecto comumente avaliado em crianças com distúrbio fonológico é o grau de gravidade do distúrbio. A gravidade está relacionada ao grau de inteligibilidade de fala e sua medição é realizada por meio de

índices, que permitem o monitoramento do processo terapêutico (Hodson, 1994).

A literatura relata diversos índices utilizados na avaliação do grau de gravidade do distúrbio fonológico. O *Percentage of Consonants Corrects* (PCC) foi proposto por Shriberg e Kwiatkowsky (1982) e tem como objetivo verificar o número de consoantes corretas produzidas numa amostra de fala em relação ao número total de consoantes dessa amostra. Este índice foi posteriormente revisado, com o objetivo de adaptá-lo melhor para o diagnóstico do distúrbio fonológico (Shriberg et al., 1997), sendo então denominado *Percentage of Consonants Corrects Revised* (PCC-R). Dentre os índices descritos, o PCC-R é a medida mais apropriada para comparações que envolvam falantes de diversas idades e com características de fala distintas, visto que o mesmo só considera omissões e substituições como erros (Wertzner, 2004).

Diversas são as abordagens adotadas nas intervenções terapêuticas que têm como objetivo tratar as alterações do nível fonológico da linguagem. Um princípio geral compartilhado pelos diferentes enfoques é que existem padrões de pronúncia regidos por regras e estes são previsíveis. O planejamento terapêutico, portanto, deve ter como meta a modificação dos aspectos deficientes da organização dos padrões de sons da criança e a construção de um sistema de contrastes de sons mais adequado, favorecendo a efetividade da comunicação (Mota, 2004).

3.2 – Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico.

A primeira descrição sobre os potenciais evocados auditivos (PEA) foi realizada por Davis (1939), que referiu que as respostas observadas refletiam modificações do traçado do eletroencefalograma (EEG) em resposta ao estímulo acústico, originadas, provavelmente, do córtex cerebral.

A partir de então, os Potenciais Evocados têm sido muito utilizados na realização de diagnósticos funcionais, visto que atrasos de latência ou diminuições nas amplitudes das respostas representam evidências objetivas de comprometimentos clínicos e/ou sub-clínicos.

O uso associado de métodos objetivos e subjetivos na avaliação da função auditiva vem crescendo e tornando-se cada vez mais frequente dentro da Audiologia Clínica. Esta associação de métodos permite uma melhor precisão na determinação do diagnóstico audiológico, além de fornecer informações importantes com relação ao prognóstico e delineamento terapêutico. Neste sentido, a pesquisa dos PEA tem se tornado um método objetivo bastante popular dentre os profissionais da área.

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).

As aplicações clínicas do PEATE em crianças foram descritas pela primeira vez por Hecox e Galambos (1974). Desde então, inúmeras pesquisas têm sido realizadas com este potencial, visto que o mesmo é o mais utilizado clinicamente, devido às suas propriedades de localização e reprodutibilidade.

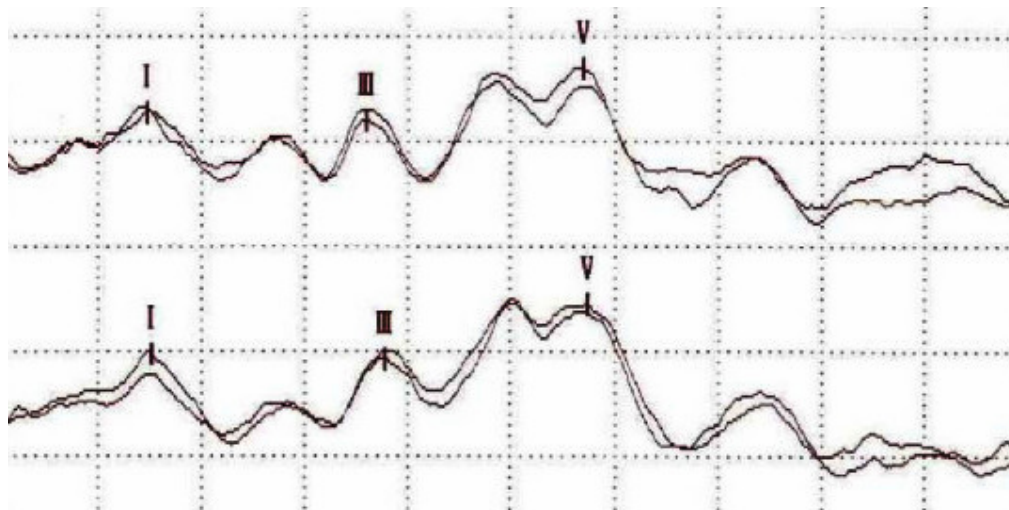
Atualmente, as principais utilizações do PEATE se dão na investigação da integridade da via auditiva no tronco encefálico e na pesquisa do limiar eletrofisiológico, pelo fato deste possuir estreita relação com os limiares de audibilidade. Desta forma, o PEATE é usado rotineiramente na triagem auditiva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

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).

O estímulo acústico mais utilizado na captação do PEATE é o clique, por este possuir um amplo espectro de frequências (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 1). As medidas relativas à amplitude têm sido empregadas, mas as frequentemente utilizadas para propósitos clínicos são as de latência (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.

Figura 1: Exemplo de traçado gerado pelo Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico para estímulo clique.



Fonte: <http://www.bpsmedicine.com/content/1/1/17/figure/F1?highres=y>. (Acessado em 05/06/2009)

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 podem indicar a existência de alterações estruturais e funcionais que podem comprometer a transmissão do estímulo acústico ao longo da via auditiva (Musiek et al., 1999).

Tendo em vista que o padrão acústico da fala difere substancialmente dos padrões acústicos de estímulos como o clique, atualmente, pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de caracterizar as respostas evocadas auditivas em tronco encefálico para estímulos de fala.

Os primeiros estudos que buscaram avaliar a codificação das propriedades temporais e espectrais do sinal de fala 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 têm sido realizadas a fim de compreender o modo pelo qual a fala é processada 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 estímulo de fala (Russo et al., 2004); desenvolver abordagens experimentais que expliquem os processos de percepção da fala (Koch et al., 1999); caracterizar os resultados do PEATE com estímulo de fala de crianças com distúrbios de aprendizagem e/ou fala e linguagem (King et al., 2002; Wible et al., 2004); avaliar a plasticidade neuronal em tronco encefálico por meio do PEATE com estímulo de fala após treinamento auditivo (Hayes et al., 2003); avaliar a influência do ruído e de outras

condições de escuta adversa nas respostas evocadas auditivas em tronco encefálico eliciadas por estímulos de fala; estabelecer correlações entre as respostas em tronco encefálico e as respostas corticais para estímulos de fala (Wible et al., 2005a).

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).

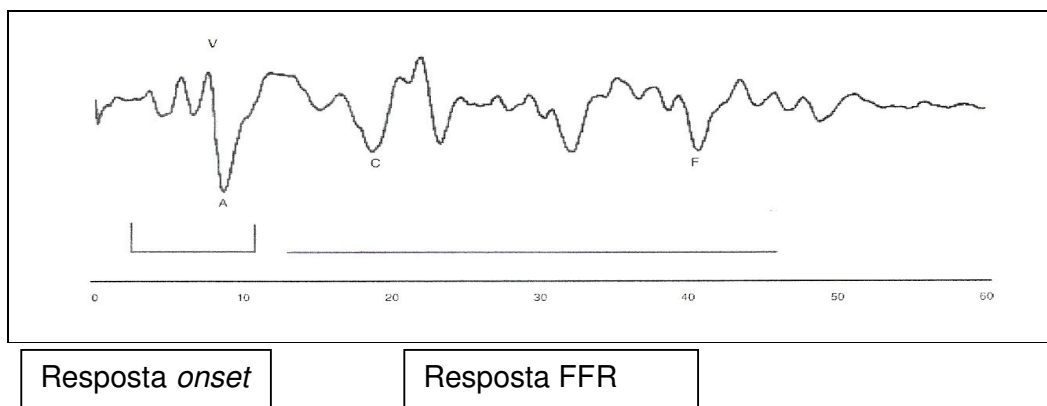
Segundo Abrams e Kraus (2009), diversas são as vantagens do uso do PEATE com estímulo de fala: estímulos de fala são mais freqüentes que estímulos mais simples; a compreensão do modo pelo qual o sistema auditivo responde ao estímulo de fala só pode ser obtida por meio do uso deste tipo de estímulo, em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

sujeitos, apresentando características morfológicas estáveis (Banai e Kraus, 2008).

De acordo com Johnson et al. (2005), a resposta gerada no PEATE com estímulo de fala é constituída por um traçado complexo, que ocorre, em geral, antes de 10 ms e inclui um pico positivo (onda V análoga à onda V gerada pelo estímulo 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 2).

Figura 2: Traçado gerado pelo Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico 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.

3.3 – Codificação neural do estímulo de fala no tronco encefálico.

A literatura especializada tem buscado investigar como o sistema nervoso codifica os sons da fala, fornecendo, desta forma, informações importantes à cerca do funcionamento da percepção da linguagem e da função cognitiva. Neste sentido, uma questão bastante discutida se refere à existência de processamentos distintos para sons verbais e não-verbais. Estudos têm demonstrado que diferentes mecanismos cerebrais são responsáveis pelo processamento auditivo de sons da fala e outros sons (Binder et al., 2000; Banai e Kraus, 2008).

Abrams e Kraus (2009) realizaram uma 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 frequência, *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 frequência 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. Por outro lado, a atividade cortical parece transformar estas diversas pistas acústicas numa representação mais complexa das características acústicas da fala.

A estrutura do formante descreve uma série de picos no espectro de frequência da fala, que resultam da interação entre a frequência de vibração do trato vocal e a ressonância dentro do trato vocal do falante, possuindo papel fundamental na percepção das vogais. A periodicidade se refere aos eventos acústicos que ocorrem em intervalos de tempo regulares e está relacionada às características fonéticas e prosódicas da fala, além de conter informações que incluem a frequência fundamental e outros componentes de baixa frequência da estrutura do formante. A transição de frequência fornece pistas supra-segmentais relacionadas à intenção e ao estado emocional do falante, além de favorecer a identificação de consoantes em algumas línguas, como o inglês. O *onset* acústico é definido como uma característica espectral e temporal presente no início dos sons de fala, que varia consideravelmente quanto aos seus atributos.

Quando se considera a medida eletrofisiológica relacionada às características acústicas supracitadas, tem-se que a estrutura do formante, a periodicidade e a transição de frequência 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).

Krishnan (2002) referiu que a codificação de componentes críticos da estrutura do formante pode ser verificada não somente no nervo auditivo, mas também no tronco encefálico. Outros estudos apontam que aspectos relacionados à vibração das pregas vocais e filtragem do sinal de fala mostraram estar dissociados no que tange sua representação acústica no tronco encefálico, indicando a existência de especialização neural neste nível (Kraus e Nicol, 2005).

A importância de outros elementos no processamento do estímulo de fala, como experiência auditiva, influência de outras modalidades sensoriais e 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 de fala 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

pobrememente 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 tange aos valores de latência e amplitude das ondas que compõe a FFR.

Outro aspecto relevante, relacionado ao processamento do estímulo de fala, 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 da fala. Além disso, os autores referiram 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 do córtex.

3.4 – Estudo do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico em crianças com distúrbios de aprendizagem e/ou transtornos de fala e linguagem.

Considerando-se a existência de poucas publicações no que se refere às relações entre o potencial evocado auditivo de tronco encefálico e o distúrbio fonológico, a seguir serão apresentadas pesquisas que tiveram como objetivo investigar as respostas evocadas auditivas de tronco encefálico, captadas a partir da apresentação de estímulos cliques e de fala, em crianças com distúrbios de aprendizagem e/ou transtornos de fala e linguagem.

As correlações existentes entre os resultados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico e os distúrbios de aprendizagem têm sido investigadas em diversos estudos com o objetivo de identificar padrões de respostas que estejam associados a este tipo de distúrbio.

Pesquisas têm revelado que aproximadamente um terço das crianças com diagnóstico de distúrbio de aprendizagem apresenta respostas alteradas no PEATE com estímulo de fala (Banai et al., 2005). Segundo Wible et al. (2005b), diversas instâncias do processamento anômalo dos sons estão relacionadas aos problemas de aprendizagem. Tais alterações são observadas em diferentes níveis da via auditiva central e afetam

diferentes porções do sinal codificado. No entanto, o processamento anormal do estímulo acústico no tronco encefálico não deve ser considerado um fator causal, mas um marcador útil da função auditiva na avaliação de indivíduos com distúrbios de aprendizagem (Banai e Kraus, 2008). Desta forma, Banai et al. (2007) referem que o PEATE com estímulo de fala pode ser usado na identificação de um importante subgrupo de crianças com distúrbios de aprendizagem, cuja função auditiva fisiológica encontra-se alterada.

Cunningham et al. (2001) investigaram a associação entre os déficits de percepção em ambientes ruidosos, apresentados por crianças com problemas de aprendizagem e a representação neurofisiológica anormal de características da fala no tronco encefálico. Os resultados desta pesquisa demonstraram que o grupo de crianças com problemas de aprendizagem apresentaram pior discriminação, além de respostas eletrofisiológicas significativamente piores no ruído, tanto em relação à magnitude do conteúdo espectral da FFR, quanto à latência e amplitude da onda V no PEATE. Tais diferenças não foram observadas quando as respostas foram captadas no silêncio.

Purdy et al. (2002) avaliaram crianças em desenvolvimento típico e com diagnóstico de distúrbio de aprendizagem e suspeita de alterações no processamento auditivo, na faixa etária entre sete e 11 anos de idade, por meio de testes comportamentais do processamento auditivo e potenciais evocados auditivos. Diferenças entre os grupos foram encontradas nos testes comportamentais do processamento auditivo e no PEATE, no qual a

latência da onda V e do interpico III-V encontraram-se diminuídas nas crianças com diagnóstico de distúrbio de aprendizagem. Por outro lado, King et al. (2002) verificaram não haver diferenças entre crianças em desenvolvimento típico e com diagnóstico de distúrbio de aprendizagem para os resultados obtidos com o estímulo clique. No entanto, observaram que crianças com problemas de aprendizagem apresentaram valores de latência da onda A, do PEATE com estímulo de fala, significativamente maiores que crianças em desenvolvimento típico, além de atrasos na FFR, sugerindo a existência de diferenças com relação à sincronia neural em tronco encefálico entre estes grupos de crianças.

Wible et al. (2004), ao investigar como o tronco encefálico de crianças com problemas de aprendizagem representa elementos constituintes dos sons da fala, observaram a presença de alterações nos valores de *slope* (menores amplitudes e maiores latências) e na amplitude da FFR, na faixa de resposta que corresponde ao primeiro formante do estímulo /da/. Os autores concluíram que tais alterações podem contribuir para a ocorrência de dificuldades no processamento de informações lingüísticas em níveis mais altos do cérebro.

Song et al. (2006) realizaram um estudo que tinha como objetivo explorar a relação entre a codificação neural em tronco encefálico para cliques e estímulos de fala em crianças em desenvolvimento típico e em crianças com problemas de aprendizagem. Para tal, foram submetidas à avaliação eletrofisiológica da audição, por meio do PEATE, 234 crianças na faixa etária de oito a 12 anos, que apresentavam limiares de audibilidade

dentro dos padrões de normalidade e quociente de inteligência maior ou igual a 85. Destas, 119 tinham diagnóstico de problemas de aprendizagem e 115 encontravam-se em desenvolvimento típico. Os resultados indicaram que o padrão normal de correlação entre o PEATE com cliques e com estímulos de fala esteve comprometido quando as respostas do PEATE com estímulos de fala encontravam-se atrasadas. Os autores concluíram que as respostas para estes dois tipos de estímulos refletem atividades neurais distintas e que, somente processos que envolvam a codificação de sinais complexos como a fala, por exemplo, estão comprometidos em crianças com problemas de aprendizagem.

O efeito do treinamento auditivo sobre as respostas obtidas no potencial evocado auditivo de tronco encefálico também tem sido foco dos estudos realizados com crianças que apresentam problemas de aprendizagem.

Hayes et al. (2003) avaliaram crianças entre oito e 12 anos, sendo 43 com diagnóstico de distúrbios de aprendizagem e sete em desenvolvimento típico. O grupo de crianças com distúrbios de aprendizagem foi classificado em dois subgrupos, sendo que um subgrupo realizou um programa de treinamento e outro não. Todas as crianças foram submetidas à avaliação eletrofisiológica da audição por meio do PEATE com estímulos clique e de fala, antes e após o período de treinamento auditivo. Os autores verificaram que o subgrupo submetido ao treinamento apresentou melhora no desempenho comportamental, assim como nas respostas corticais, embora

não tenham sido verificadas mudanças no potencial evocado auditivo de tronco encefálico, para ambos os estímulos utilizados.

Russo et al. (2005), com o objetivo de verificar se o treinamento auditivo é capaz de gerar mudanças na codificação neural de sons da fala, submeteram à avaliação eletrofisiológica da audição crianças com problemas de aprendizagem, participantes de treinamento auditivo, e crianças em desenvolvimento típico. Os resultados obtidos indicaram que as respostas que ocorreram antes de 11 ms, ou seja, que refletiram a atividade da via aferente primária, não demonstraram plasticidade. Por outro lado, a correlação entre as respostas sustentadas, obtidas no silêncio e no ruído, aumentou significativamente no grupo de crianças submetidas ao programa de treinamento, sugerindo que este tipo de atividade pode favorecer a codificação de sons complexos, por meio da melhora da sincronia neural no tronco encefálico.

Banai et al. (2007) ressaltaram a importância da realização de mais estudos, a fim de determinar as relações funcionais existentes entre o PEATE com estímulo de fala alterado, percepção de fala, padrão de leitura e déficits cognitivos nos distúrbios de aprendizagem.

Além dos distúrbios de aprendizagem, os transtornos de fala e linguagem também têm sido objeto de estudo de pesquisas realizadas com o potencial evocado auditivo de tronco encefálico.

Mason e Mellor (1984) realizaram potenciais de curta, média e longa latência em crianças em desenvolvimento típico e com alterações de linguagem. Com relação ao PEATE, verificaram diferenças entre os grupos

para os valores de amplitude das ondas I, III e V, sendo que o grupo de crianças com alterações de linguagem apresentaram amplitudes reduzidas, quando comparadas àquelas em desenvolvimento típico.

Roncagliolo et al. (1994) avaliaram, por meio do PEATE, crianças com na faixa etária de 4 a 9 anos com alterações de linguagem e verificaram não haver diferenças estatisticamente significantes quando estas foram comparadas a seus pares do grupo controle (crianças em desenvolvimento típico), com relação ao tempo de condução do estímulo acústico na via auditiva central (interpico I-V). No entanto, diferenças com relação aos valores de latência da onda I foram observadas.

Marler e Champlin (2005) realizaram um estudo que tinha como objetivo examinar as possíveis contribuições dos mecanismos sensoriais a um déficit no processamento auditivo apresentado por crianças com alterações de linguagem. Para tal, avaliaram por meio do PEATE com *tone burst*, crianças na faixa etária de 8 a 10 anos em desenvolvimento típico e com alterações de linguagem, em duas condições: com mascaramento e sem mascaramento. Não foram observadas diferenças entre os grupos quando o registro dos potenciais foi realizado sem mascaramento. No entanto, na presença de mascaramento, verificou-se que o grupo de crianças com alteração de linguagem apresentou valores médios de latência da onda V significativamente maiores quando comparado ao grupo controle. Os autores levantaram a hipótese de que fatores como alterações na sincronia, ativação de vias alternativas, aumento de mecanismos inibitórios ou a combinação destes poderiam explicar tais resultados.

Wible et al. (2005a), ao estudar as respostas evocadas auditivas para estímulo de fala em crianças com distúrbios de linguagem e o efeito do ruído nas correlações existentes entre as respostas evocadas no tronco encefálico e corticais, verificaram que as crianças com distúrbios de linguagem apresentaram alterações no PEATE com estímulo de fala, principalmente com relação aos valores de latência do complexo V-Vn, que encontraram-se aumentados, assim como um comprometimento na relação entre as medidas eletrofisiológicas de tronco encefálico e corticais.

Leite (2006) realizou avaliação eletrofisiológica em crianças com distúrbio fonológico e comparou os resultados com aqueles obtidos em crianças em desenvolvimento típico da mesma faixa etária. Para os resultados do PEATE, foram verificadas diferenças entre os grupos para os valores de latência da onda III e interpicos I-III e I-V, bem como uma tendência à diferença estatisticamente significativa para os valores de latência da onda V. A alteração do tipo tronco encefálico baixo (66,7%) foi a mais freqüente no grupo de crianças com distúrbio fonológico.

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 0822/07 (Anexo A). As avaliações foram realizadas após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos pais ou responsáveis pelas crianças (Anexo B).

4.1 - Casuística

Participaram deste estudo 36 crianças, com idades entre sete e 11 anos (idade média de nove anos e sete meses), 24 do gênero masculino e 12 do gênero feminino. Do total de crianças avaliadas, 18 apresentavam diagnóstico de distúrbio fonológico (seis do gênero feminino e 12 do gênero masculino; idade média de nove anos e seis meses) pertencentes ao grupo estudo e 18 encontravam-se em desenvolvimento típico (seis do gênero feminino e 12 do gênero masculino; idade média de nove anos e sete

meses), pertencentes ao grupo controle. As crianças do grupo controle foram pareadas com as crianças do grupo estudo quanto ao gênero e a idade.

As crianças com diagnóstico de distúrbio fonológico foram encaminhadas pelo Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob responsabilidade da Professora Doutora Haydée Fiszbein Wertzner e encontravam-se em fila de espera para atendimento fonoaudiológico. As crianças pertencentes ao grupo controle foram selecionadas dentre os residentes da cidade de São Paulo por preencher os critérios de inclusão estabelecidos ou foram encaminhadas pelo departamento de Pediatria do Centro de Saúde Escola Samuel B. Pessoa, sendo submetidas a uma avaliação de linguagem, realizada pela pesquisadora executante, que tinha como intuito garantir a normalidade no que tange aos aspectos de fala e linguagem desta população.

Foram adotados como critérios de inclusão:

Grupo Controle:

- Ter entre sete e 11 anos;
- Não apresentar queixa de alteração de linguagem e fala nem ter sido submetido à terapia fonoaudiológica;
- Ter desempenho adequado nas provas de Fonologia e Fluência do ABFW Teste de Linguagem Infantil e provas que compunham a triagem de leitura e escrita;

- Apresentar resultados normais na avaliação audiológica convencional.

Grupo Estudo:

- Ter entre sete e 11 anos;
- Apresentar diagnóstico de distúrbio fonológico;
- Não apresentar outra alteração de linguagem;
- Apresentar resultados normais na avaliação audiológica convencional;
- Não ter sido submetida à terapia fonoaudiológica.

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) composto por módulos que avaliam a fluência, a fonologia, o vocabulário e a pragmática da criança. O ABFW foi utilizado na avaliação da linguagem por se tratar de um teste padronizado para crianças da cidade de São Paulo. No processo de diagnóstico do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia sua utilização é rotineira. Quanto às crianças do grupo controle, sua utilização é importante, para que fosse garantido que tais crianças, de fato, não apresentassem nenhuma alteração fonoaudiológica.

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 Grason-Stadler, modelos GSI-33 ou GSI-38 (ANSI S3.39-1987), para realização das medidas de imitância acústica;

5- Audiômetros modelos GSI-16 e GSI-61, marca Grason-Stadler e fones de ouvido supra-aurais modelo TDH-50, atendendo aos padrões ANSI S3.6-1989 e IEC-1988. Cabine acústica atendendo à norma ANSI S3.1-1991 de quantidade de ruído ambiental, para a realização da avaliação audiológica;

6- Equipamento Sistema Portátil – Marca Grason Stadler (ANSI S3.7-1996), e o programa Audera inserido no computador, para a realização da avaliação eletrofisiológica da audição. 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 descartáveis.

7- Aparelho *Discman* JWin All Terrain JX-CD588 e fone de ouvido COBY CV 320, para a apresentação do estímulo de fala;

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 – *Compact Disc* que continha o estímulo de fala, produzido no Laboratório de Rádio da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo. Os equipamentos utilizados na produção do estímulo foram:

- Microfone Neumann 189;
- Mesa de som MACKIE SR32-4;
- Placa de som M-AUDIO 1010LT;
- Software de gravação Sound Forge 6.0;
- Software de edição Vegas 4.0, ambos da Sony.

A sílaba /da/ foi narrada por uma voz masculina e editada de forma a produzir o estímulo de acordo com os parâmetros descritos em King et al. (2002) e Wible et al. (2004). Da sílaba original, foram separados apenas os cinco primeiros formantes, que resultaram no estímulo de 40 ms que contém a porção transiente da mesma. A vogal /a/ foi abreviada para permitir o aumento da taxa de estimulação, favorecendo a ativação do sistema. Os estímulos foram organizados em grupo de quatro, separados entre si por 12 ms e, entre cada grupo de estímulos, o intervalo foi de 30 ms. O intervalo interestímulo de 12 ms é o menor intervalo que pode ser usado sem que se apresente um estímulo enquanto o anterior ainda estiver ativo (Wible et al., 2004).

4.3 - Procedimentos

As crianças participantes foram submetidas a avaliações audiológicas, eletrofisiológicas da audição e de linguagem. Todos os procedimentos realizados serão descritos a seguir, na ordem em que foram executados.

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.

Coleta dos dados da avaliação da linguagem nas crianças pertencentes ao grupo controle e ao grupo estudo.

As crianças do grupo controle foram submetidas à avaliação da linguagem por meio do teste ABFW – Teste de Linguagem infantil (Andrade et al., 2004), nas áreas de fluência e fonologia (Anexo D). Realizou-se também triagem de leitura e escrita, sendo solicitado à criança que construísse um texto sobre seu final de semana e, posteriormente, o lesse em voz alta. Todos os procedimentos descritos nesta avaliação foram realizados pela pesquisadora executante.

As crianças do grupo estudo foram submetidas à avaliação fonoaudiológica no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em

Fonologia, composta por uma avaliação do sistema mio-funcional oral, avaliação de consciência fonológica e de linguagem, por meio do teste ABFW – Teste de Linguagem Infantil (Andrade et al., 2004) nas áreas de fluência, fonologia, vocabulário e pragmática. Tais crianças encontravam-se em lista de espera para atendimento fonoaudiológico.

Coleta da história clínica dos indivíduos.

Inicialmente, foi realizada 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/ou supuração, e queixas dos pais sobre dificuldades auditivas ou de fala e/ou linguagem.

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. 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 e “*Broadband*” – BB). Cada indivíduo foi orientado a permanecer quieto durante a captação da curva timpanométrica e 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.

- Logaudiometria, sendo pesquisados o Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) e o Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), 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.

II – Avaliação Eletrofisiológica da audição: Os potenciais evocados auditivos foram obtidos com os indivíduos sentados, dentro de uma sala tratada acústica e eletricamente. 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: eletrodos ativo (Fz) e

terra (Fpz) colocados na frente, e os eletrodos de referência dispostos nas mastóides esquerda (M1) e direita (M2), 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 avaliação eletrofisiológica foi composta pelos seguintes exames:

Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com Estímulo

Clique: O estímulo clique foi apresentado nas orelhas direita e esquerda, numa velocidade de 19 estímulos por segundo, sendo promediados 2060 estímulos na intensidade de 80 dBnNA, com uma janela de gravação de 10 ms, e filtros passa-alto de 150 Hz e passa-baixo de 3000 Hz. Foram obtidos dois traçados em cada orelha a fim de garantir a reprodutibilidade da onda. Nos traçados obtidos, foram identificadas e analisadas as ondas I, III e V. Os estímulos acústicos foram apresentados por meio de fones de inserção descartáveis.

Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com Estímulo

de Fala: O estímulo de fala foi apresentado na orelha direita a 80 dBA, numa velocidade de 11,1 estímulos por segundo. 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 2000 Hz. A janela de gravação foi de 50 ms. Os estímulos acústicos foram apresentados por meio de fones de ouvido supra-aurais acoplados a um *discman*. Dos três traçados obtidos, dois foram selecionados e somados e no traçado resultante as ondas V, A, C e F foram identificadas e analisadas.

Os procedimentos da avaliação audiológica e eletrofisiológica foram realizados no mesmo dia, para que intercorrências como acúmulo de cerúmen, otites, disfunção tubária ou perfuração de membrana timpânica não interferissem nos resultados.

Análise dos resultados obtidos nas avaliações realizadas.

Em relação à avaliação de fala e linguagem das crianças do grupo controle, foi necessário que as mesmas apresentassem resultados adequados para a sua faixa etária, nas provas de fonologia e fluência, conforme descrito no ABFW Teste de Linguagem Infantil (Andrade et al., 2004). Na triagem de leitura, foi necessário que a criança se encontrasse no estágio ortográfico, segundo o modelo proposto por Frith (1985). Para o autor, a criança encontra-se neste estágio quando realiza leitura visual direta das palavras. Com relação à escrita, foi necessário que a criança estivesse no nível 5 da evolução da escrita, de acordo com Ferreiro e Teberosky (1985). Neste nível, a criança compreende que cada caracter da escrita corresponde a um som menor que a sílaba, e realiza uma análise dos sons dos fonemas das palavras que vai escrever. A criança neste estágio poderá apresentar dificuldades ortográficas, porém não terá problemas na escrita.

O diagnóstico de distúrbio fonológico, realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia, foi definido quando a criança apresentava desempenho abaixo do esperado para a faixa etária nas provas de Fonologia (imitação, nomeação e fala espontânea), com base nos critérios de normalidade adotados, e desempenho adequado nas outras provas que compuseram o teste. As amostras de fala coletadas foram transcritas e os processos fonológicos analisados de acordo com a sua ocorrência. A partir disso, estabeleceu-se o grau de gravidade do distúrbio fonológico por meio do índice PCC-R.

Com relação à avaliação audiológica, foi necessário que todos os participantes da pesquisa apresentassem resultados normais, 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 logaudiometria:** para a audiometria tonal, limiares auditivos menores ou iguais a 20 dB NA em ambas as orelhas; 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 IPRF, porcentagem de acerto entre 88% e 100% (Gates e Chakeres, 1988) na intensidade de 30 dB acima do LRF.

Com relação à avaliação eletrofisiológica da audição, os resultados foram classificados em normais ou alterados com base nos seguintes critérios:

– **PEATE com estímulo clique:** a análise das ondas I, III e V do PEATE, geradas pelo estímulo clique, baseou-se na análise clínica convencional das latências absolutas e latências interpicas, de acordo com os valores normativos propostos por Hall (1992), para indivíduos acima de 24 meses de idade (Quadro 1).

Quadro 1: Valores normativos para as latências das Ondas I, III e V e interpicas I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique (Hall, 1992).

Componente do PEATE	Média (MS)	Desvio-Padrão
I	1,54	0,10
III	3,70	0,15
V	5,60	0,19
I-III	2,20	0,16
III-V	1,84	0,17
I-V	4,04	0,18

– **PEATE com estímulo de fala:** a análise das ondas V, A, C e F do PEATE geradas pelo estímulo de fala baseou-se 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.

Para o PEATE com estímulo de fala, foram adotados como valores de referência aqueles descritos no estudo realizado por Schochat e Filippini (*in press*), no qual foram avaliados indivíduos em desenvolvimento típico com idades entre sete e 24 anos, residentes na cidade de São Paulo (Quadros 2 e 3).

Quadro 2: Valores normativos para as latências e amplitudes das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala (Schochat e Filippini, *in press*).

Componente do PEATE	Média		Desvio-Padrão	
	Latência	Amplitude	Latência	Amplitude
V	6,54	0,31	1,00	0,18
A	8,00	-0,62	1,06	0,23
C	18,12	-0,50	2,05	0,22
F	40,27	-0,37	1,43	0,26

Quadro 3: Valores normativos para os valores de latência, amplitude e *slope* do complexo VA do PEATE com estímulo de fala (Schochat e Filippini, *in press*).

Complexo VA	Média	Desvio-Padrão
Latência	1,46	0,5
Amplitude	0,93	0,26
<i>Slope</i>	0,71	0,25

Análise dos dados quantitativos e qualitativos.

No PEATE com estímulo clique, os indivíduos que apresentaram valores de latência da onda V que excederam dois desvios-padrão dos valores normativos adotados foram considerados alterados. O valor de latência da onda V foi considerado como de referência, visto ser esta a região do tronco encefálico de maior interesse no presente estudo, na medida em que contribui para a geração do PEATE com estímulo de fala. No PEATE com estímulo de fala, os indivíduos que apresentaram valores de latência e/ou amplitude das Ondas V, A, C e F que excederam dois desvios-padrão dos valores normativos descritos para cada variável estudada foram considerados alterados.

Neste trabalho, foi realizada uma análise dos dados quantitativos e qualitativos. Na análise dos dados quantitativos, 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. Na análise dos dados qualitativos, os resultados obtidos foram classificados como normais ou alterados, tendo sido realizadas comparações intra- e inter-grupos.

Para a análise dos dados quantitativos deste trabalho, foi utilizado o teste estatístico T de *Student*. Na análise dos dados qualitativos, utilizou-se o Teste Exato de Fisher. As correlações entre os resultados do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R nas provas de imitação e nomeação foram estabelecidas por meio da correlação de Pearson. 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 (*) nas tabelas apresentadas no capítulo de resultados. Quando houve tendência à diferença estatisticamente significativa os p-valores foram assinalados com o símbolo suspenso (#).

Resultados

5 - RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos nas avaliações eletrofisiológicas da audição de 36 crianças, 18 pertencentes ao Grupo Estudo (GE) e 18 ao Grupo Controle (GC).

Para uma melhor visualização, neste capítulo, serão apresentados primeiramente os resultados obtidos a partir da análise dos dados quantitativos e qualitativos do PEATE com estímulo clique. A seguir, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos dados quantitativos e qualitativos do PEATE com estímulo de fala e, por fim, as relações entre os resultados obtidos no PEATE com estímulo clique e no PEATE com estímulo de fala e as relações entre os resultados do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R obtidos na prova de fonologia (nomeação e imitação), no grupo estudo.

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, sendo apresentados valores de média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo e p-valor, quando da comparação entre os grupos controle e estudo (tabelas 1 e 2).

Resultados

Tabela 1: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms) das ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha direita.

	Onda I		Onda III		Onda V		I-III		III-V		I-V	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Média	1,43	1,50	3,53	3,64	5,41	5,54	2,10	2,14	1,92	1,91	4,02	4,04
Mediana	1,42	1,50	3,54	3,67	5,42	5,61	2,08	2,17	1,90	1,94	3,96	4,06
DP	0,09	0,06	0,09	0,13	0,10	0,20	0,13	0,15	0,11	0,20	0,10	0,18
Máximo	1,59	1,63	3,67	3,84	5,63	5,84	2,38	2,42	2,04	2,25	4,29	4,33
Mínimo	1,25	1,38	3,29	3,42	5,25	5,21	1,88	1,88	1,67	1,54	3,88	3,71
p-valor	0,01*		0,01*		0,02*		0,43		0,70		0,25	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; DP – Desvio-padrão

* p-valor estatisticamente significativa

Tabela 2: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms) das ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V do PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha esquerda.

PEATE	Onda I		Onda III		Onda V		I-III		III-V		I-V	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Média	1,42	1,52	3,52	3,67	5,44	5,57	2,10	2,15	1,88	1,89	4,02	4,04
Mediana	1,42	1,52	3,50	3,63	5,46	5,52	2,11	2,04	1,94	1,88	4,04	4,00
DP	0,06	0,09	0,14	0,27	0,11	0,21	0,12	0,27	0,14	0,16	0,11	0,20
Máximo	1,54	1,75	3,79	4,54	5,59	6,21	2,29	3,00	2,17	2,21	4,25	4,67
Mínimo	1,29	1,38	1,34	3,38	5,17	5,34	1,88	1,83	1,67	1,67	3,75	3,79
p-valor	0,001*		0,04*		0,02*		0,51		0,65		0,66	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; DP – Desvio-padrão

* p-valor estatisticamente significativa

Nota-se, a partir das tabelas 1 e 2, haver diferença estatisticamente significativa para a latência das ondas I, III e V entre os grupos controle e estudo, nas orelhas direita e esquerda.

Resultados

A distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados no PEATE com estímulo clique encontra-se nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha direita.

PEATE	Normal		Alterado	
	N	%	N	%
GC	18	100	0	0
GE	18	100	0	0

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de orelhas

Tabela 4: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique nos grupos controle e estudo – Orelha esquerda.

PEATE	Normal		Alterado		p-valor
	N	%	N	%	
GC	18	100	0	0	0,50
GE	17	94,4	1	5,6	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de orelhas

Pode-se verificar, a partir das tabelas 3 e 4, que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo com relação ao percentual de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com clique nas orelhas direita e esquerda.

As tabelas 5, 6 e 7 referem-se às estatísticas descritivas das variáveis estudadas no PEATE com estímulo de fala (latências e amplitudes das ondas V, A, C e F; latência, amplitude e *slope* do complexo VA), para ambos os grupos, sendo apresentados valores de média, mediana, desvio padrão,

Resultados

valores mínimo e máximo e p-valor, quando da comparação entre os grupos controle e estudo.

Tabela 5: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms) das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

	Onda V		Onda A		Onda C		Onda F	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Média	7,41	8,58	9,39	10,32	19,42	18,76	40,10	40,00
Mediana	7,50	8,82	9,34	10,63	19,69	19,11	39,82	40,19
DP	0,92	1,32	0,97	1,43	1,90	2,55	1,85	2,30
Máximo	9,75	10,46	12,34	12,29	22,21	23,88	43,67	43,46
Mínimo	6,04	6,17	6,92	8,29	16,13	14,50	36,59	35,92
p-valor	0,004*		0,03*		0,39		0,89	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; DP – Desvio-padrão

* p-valor estatisticamente significante

A partir da tabela 5, verificou-se diferença estatisticamente significante entre os grupos controle e estudo para os valores de latência da onda V e A no PEATE com estímulo de fala.

Tabela 6: Estatística descritiva dos valores médios de amplitude (em μV) das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

	Onda V		Onda A		Onda C		Onda F	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Média	0,32	0,30	-0,31	-0,35	-0,34	-0,35	-0,33	-0,37
Mediana	0,37	0,31	-0,27	-0,33	-0,30	-0,33	-0,32	-0,33
DP	0,17	0,15	0,17	0,16	0,23	0,13	0,18	0,13
Máximo	0,56	0,65	-0,09	-0,1	-0,07	-0,18	-0,08	-0,24
Mínimo	0,07	-0,01	-0,73	-0,76	-0,88	-0,67	-0,78	-0,6
p-valor	0,51		0,98		0,81		0,73	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; DP – Desvio-padrão

Resultados

Na Tabela 6, observou-se não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo para os valores de amplitude das ondas V, A, C e F no PEATE com estímulo de fala.

Tabela 7: Estatística descritiva dos valores médios de latência (em ms), amplitude (em μV) e *slope* (em $\mu\text{V}/\text{ms}$) do Complexo VA do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

	Latência		Amplitude		Slope	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Média	1,97	1,74	0,69	0,67	0,36	0,43
Mediana	2,04	1,65	0,71	0,62	0,34	0,41
DP	0,43	0,67	0,14	0,21	0,11	0,19
Máximo	2,92	3,58	0,92	1,13	0,67	0,85
Mínimo	1,38	0,83	0,35	0,43	0,2	0,19
p-valor	0,24		0,64		0,22	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; DP – Desvio-padrão

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para os parâmetros analisados do complexo VA (tabela 7).

A distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados no PEATE com estímulo de fala encontra-se descrita nas tabelas 8 a 12.

Tabela 8: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para os valores de latência das ondas V, A, C e F do PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

PEATE	Normal				Alterado				p-valor
	GC		GE		GC		GE		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Onda V	17	94,4	8	44,4	1	5,6	10	55,6	0,001*
Onda A	16	88,9	6	33,3	2	11,1	12	66,7	<0,001*
Onda C	18	100	17	94,4	0	0	1	5,6	0,50
Onda F	18	100	17	94,4	0	0	1	5,6	0,50

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de sujeitos

* p-valor estatisticamente significativa

Resultados

De acordo com a tabela 8, observou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo, para a ocorrência de resultados normais e alterados referentes às latências das ondas V e A.

Tabela 9: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para os valores de amplitude das ondas V, A, C e F no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

PEATE	Normal				Alterado				p-valor
	GC		GE		GC		GE		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Onda V	18	100	18	100	0	0	0	0	-X-
Onda A	16	88,9	16	88,9	2	11,1	2	11,1	0,698
Onda C	18	100	18	100	0	0	0	0	-X-
Onda F	18	100	18	100	0	0	0	0	-X-

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de orelhas.

Pode-se verificar, a partir da tabela 9, que todos os sujeitos avaliados apresentaram resultados normais com relação à amplitude das ondas V, C e F no PEATE com estímulo de fala, não sendo possível, portanto, a comparação entre os grupos controle e estudo para estas variáveis. Com relação à amplitude da onda A não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Tabela 10: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência do complexo VA no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

PEATE	Normal		Alterado		p-valor
	N	%	N	%	
GC	16	88,9	2	11,1	0,50
GE	17	94,4	1	5,6	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de sujeitos.

Resultados

De acordo com a Tabela 10, observou-se não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo para a distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência do Complexo VA no PEATE com estímulo de fala.

Tabela 11: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a amplitude do complexo VA no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

PEATE	Normal		Alterado		p-valor
	N	%	N	%	
GC	16	88,9	2	11,1	0,242
GE	18	100	0	0	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de sujeitos.

A partir da Tabela 11, verificou-se não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo para a ocorrência de resultados normais e alterados com relação aos valores de amplitude do Complexo VA no PEATE com estímulo de fala.

Tabela 12: Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para o *slope* do complexo VA no PEATE com estímulo de fala nos grupos controle e estudo.

PEATE	Normal		Alterado		p-valor
	N	%	N	%	
GC	18	100	0	0	0,242
GE	16	88,9	2	11,1	

Legenda: GC – Grupo Controle; GE – Grupo Estudo; N – Número de sujeitos

Pode-se verificar, a partir da tabela 12, não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo para a

ocorrência de resultados normais e alterados com relação aos valores de *slope* do Complexo VA no PEATE com estímulo de fala.

Na tabela 13, encontra-se a comparação realizada entre a distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para os valores de latência da onda V no PEATE com estímulo clique e a distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo de fala, no grupo de crianças com distúrbio fonológico. Vale ressaltar que para esta comparação foram utilizados os resultados da orelha direita, em ambos os potenciais.

Tabela 13: Comparação da distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique e estímulo de fala no grupo estudo – Orelha direita.

PEATE	Normal		Alterado		p-valor
	N	%	N	%	
Estímulo clique	18	100	0	0	<0,001*
Estímulo de fala	8	44,4	10	55,6	

Legenda: N – Número de orelhas.

* p-valor estatisticamente significante

Verificou-se diferença estatisticamente significante para o percentual de resultados normais e alterados para a latência da onda V nos PEATE obtidos com estímulo clique e estímulo de fala no grupo estudo.

A seguir, encontra-se o estudo da correlação entre os valores de latência das ondas V e A do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R nas provas de Imitação e Nomeação (tabela 14).

Tabela 14: Correlação entre as latências das ondas V e A no PEATE com estímulo de fala e o PCC-R das provas de imitação e nomeação no grupo estudo.

Correlação	Onda V		Onda A	
	I	N	I	N
r	0,063	0,02	0,14	0,03
p- valor	0,81	0,91	0,56	0,88

Legenda: I – Imitação; N – Nomeação; PCC-R – *Percentage of Consonants Corrects - Revised*

De acordo com a tabela 14, não foram observadas correlações estatisticamente significantes entre os valores de latência das ondas V e A do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R nas provas que avaliam a fonologia (imitação e nomeação), no grupo estudo.

Discussão

6 - DISCUSSÃO

Todos os anos, muitas crianças são diagnosticadas como tendo distúrbio fonológico e, para muitas delas, um comprometimento no processamento da informação auditiva, e em especial da fala, pode acometer uma extensa variedade de habilidades consideradas relevantes para um bom desempenho escolar. O perfil lingüístico das crianças com distúrbio fonológico é bastante heterogêneo e, apesar deste quadro ser foco de muitas pesquisas há décadas, suas causas e possíveis substratos biológicos ainda não se encontram bem definidos. Desta forma, é prudente pensar que tais distúrbios não possuam uma única causa, mas sejam decorrentes da interação de múltiplos processos fisiológicos.

Sabe-se que alterações na codificação neural da informação auditiva parecem estar relacionadas ao surgimento de comprometimento em determinadas habilidades lingüísticas (King et al., 2002; Wible et al., 2005a; Abrams and Kraus, 2009). Por conta disso, atualmente, os potenciais evocados auditivos têm sido largamente utilizados na avaliação de crianças com distúrbios de aprendizagem e/ou fala e linguagem. Ressalta-se que alterações na codificação de informações temporais e espectrais fundamentais à acurácia na percepção dos sons têm sido freqüentemente identificadas nestas crianças (King et al., 2002, Cunningham et al., 2001, Banai et al., 2005; Wible et al., 2005a; Banai et al., 2007). 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 (Johnson et al., 2005; 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 do distúrbio fonológico, o presente estudo buscou caracterizar os resultados do PEATE com estímulo clique e estímulo de fala, a fim de avaliar a integridade destas respostas nesta população.

Os resultados obtidos na análise dos dados quantitativos do PEATE com estímulo clique indicaram que as crianças com distúrbio fonológico apresentaram valores de latência absoluta das ondas I, III e V significativamente maiores quando comparadas às crianças em desenvolvimento típico (tabelas 1 e 2) . Por outro lado, na análise dos dados qualitativos, pode-se verificar ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo com relação ao percentual de resultados normais e alterados para a latência da onda V deste potencial, em ambas as orelhas (tabelas 3 e 4).

De maneira geral, controvérsias têm sido observadas na literatura com relação a este tema. Alguns estudos têm sugerido que os valores médios de latência no PEATE, resultantes do processamento de estímulos simples como o clique, são similares em crianças em desenvolvimento típico e naquelas com alterações de aprendizagem e/ou de fala e linguagem (Mason e Mellor, 1984; King et al., 2002; Hayes et al., 2003).

Por outro lado, Zaleski e Kielska (2000) referiram que crianças com alterações de linguagem apresentam aumento nas latências absolutas e

interpícos do PEATE. Roncagliolo et al. (1994), por sua vez, verificaram a presença de diferenças entre crianças em desenvolvimento típico e com alterações de linguagem com relação aos valores de latência da onda I. Segundo estes autores, os atrasos na latência apresentados por crianças com alterações de linguagem poderiam ser decorrentes de uma redução nos mecanismos de controle dos *inputs* sensoriais em nível periférico ou de um distúrbio nos mecanismos de modulação inibitórios corticais e subcorticais. Da mesma forma, Leite (2006) verificou a existência de diferenças estatisticamente significantes entre um grupo de crianças em desenvolvimento típico e outro de crianças com diagnóstico de distúrbio fonológico, na faixa etária de oito a 11 anos, para os valores de latência da onda III e interpícos I-III e I-V, bem como uma tendência à diferença estatisticamente significativa para a latência da onda V no PEATE com estímulo clique. A autora sugere que a diferença observada entre os grupos poderia ser decorrente de uma possível alteração na sincronia neural da via auditiva em tronco encefálico, apresentada por crianças com distúrbio fonológico.

Diferentemente dos estudos supracitados e da presente pesquisa, Purdy et al. (2002) verificaram diferenças entre grupos de crianças em desenvolvimento típico e de crianças com diagnóstico de distúrbio de aprendizagem para os resultados do PEATE com estímulo clique, no qual a latência da onda V e do interpíco III-V encontraram-se diminuídas nas crianças com distúrbios de aprendizagem. Tais resultados, no entanto, não foram justificados pelos autores.

As discrepâncias verificadas na presente pesquisa, entre os resultados dos grupos controle e estudo com relação às latências das ondas I, III e V, cujos geradores encontram-se no tronco encefálico, desde o nervo auditivo até o colículo inferior (Moller et al., 1981), devem ser analisadas com extrema cautela, ao passo que diferenças entre os grupos não foram evidenciadas na análise dos dados qualitativos. Em outras palavras, embora os achados obtidos a partir da análise dos dados quantitativos sugiram que as crianças com distúrbio fonológico apresentem atrasos na condução do impulso elétrico no tronco encefálico quando comparadas a crianças em desenvolvimento típico, o fato de 94,4% das crianças do grupo estudo terem apresentado resultados normais, quando considerados os padrões de normalidade adotados, indicam que as mesmas processaram de maneira adequada o estímulo clique.

Desde sua primeira descrição, o PEATE obtido a partir da apresentação do estímulo clique vem sendo freqüentemente utilizado em contextos clínicos e científicos e, por isso, um volume extenso de dados já foi obtido com relação à codificação do estímulo clique no tronco encefálico. Recentemente, 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 estímulo clique, como a fala (Cunningham et al., 2001). Segundo a literatura especializada, as medidas obtidas no PEATE com estímulo de fala refletem as dimensões acústicas deste tipo de estímulo com notável precisão (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 ao PEATE com estímulo de fala, diferenças estatisticamente significantes puderam ser verificadas entre os grupos controle e estudo, para os valores de latência das ondas V e A, tanto na análise dos dados quantitativos (tabela 5) como qualitativos (tabela 8). Conforme já descrito anteriormente no capítulo de revisão de literatura, tais componentes compreendem a resposta *Onset*, ou seja, refletem 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). Portanto, os resultados obtidos sugerem que as alterações encontradas no grupo de crianças com distúrbio fonológico decorrem, principalmente, de comprometimentos na codificação deste tipo de estímulo acústico no tronco encefálico alto, mais especificamente na região do lemnisco lateral e/ou colículo inferior, prováveis geradores de tais ondas, embora seja importante levar em consideração que as respostas geradas em áreas mais altas possivelmente refletem atividades de múltiplas regiões (Wible et al., 2004).

Valores de latência aumentados no PEATE com estímulo de fala também têm sido descritos em grupos de crianças com problemas de aprendizagem (Cunningham et al., 2001; Purdy et al., 2002; King et al., 2002; Banai et al., 2005). King et al. (2002) verificaram valores de latência da onda A significativamente maiores em crianças com problemas de

aprendizagem, quando comparadas a crianças em desenvolvimento típico, em resposta a estímulos de fala, sugerindo a existência de diferenças com relação à sincronia neural no tronco encefálico entre estes grupos de crianças.

Não foram encontradas diferenças entre os grupos com relação aos valores de latência das ondas C e F (tabelas 5 e 8) e amplitudes das ondas V, A, C e F (tabelas 6 e 9). Os componentes C e F do PEATE com estímulo de fala correspondem à FFR e surgem em resposta à informação periódica presente na vogal na frequência da fonte sonora, fornecendo informações a respeito da integridade geral da resposta em relação ao estímulo apresentado. Diferentemente dos resultados da presente pesquisa, King et al. (2002) verificaram atrasos na FFR em crianças com problemas de aprendizagem e Wible et al. (2004) observaram resultados alterados neste grupo de crianças com relação à amplitude desta resposta, especificamente na faixa que corresponde ao primeiro formante do estímulo /da/. 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 entre resultados nos PEATE.

Os resultados aqui descritos, que indicaram presença de alterações nos componentes da resposta *onset* (ondas V e A) e ausência de alterações nos componentes da FFR (ondas C e F) corroboram a hipótese apresentada por Kraus e Nicol (2005), que referem a existência de dissociação entre

essas duas classes de respostas. Segundo as autoras, a resposta *onset* e a FFR representam blocos distintos, que são codificados separadamente.

Assim como para os componentes mais tardios do PEATE com estímulo de fala (ondas C e F), não foram observadas diferenças entre os grupos com relação aos parâmetros analisados do complexo VA (tabelas 7, 10, 11 e 12). Tais achados discordam daqueles apresentados por Wible et al. (2004) e Wible et al. (2005a), que observaram resultados alterados em um grupo de crianças com distúrbio de aprendizagem, especificamente para os valores de *slope*, sugerindo menores amplitudes e maiores latências.

De maneira geral, os resultados do presente estudo, com relação ao PEATE com estímulo de fala, corroboraram aqueles apresentados em pesquisas realizadas com crianças com distúrbio de aprendizagem (King et al., 2002; Johnson et al., 2005), ou seja, as alterações observadas refletem comprometimentos em atividades neurais específicas, relacionadas principalmente ao processamento de características de filtragem do sinal de fala.

Pesquisas também têm demonstrado que crianças com distúrbio de processamento auditivo (central) apresentam resultados alterados no PEATE com estímulo de fala (Jirsa, 2001; Schochat e Fillipini, *in press*). Embora sejam entidades clínicas distintas, a comorbidade existente entre os distúrbios de linguagem e as alterações de processamento auditivo (central) tem sido verificada em diversos estudos, sendo reconhecida por muitos pesquisadores (Kraus et al., 1999; Purdy et al., 2002; Rosen, 2003; Maassen et al., 2006). Portanto, embora não tenham sido realizados, na presente

pesquisa, testes comportamentais que confirmassem a presença de tal distúrbio, os resultados encontrados na avaliação eletrofisiológica também poderiam ser justificados pela existência de uma possível alteração de processamento auditivo (central) em crianças com distúrbio fonológico.

Outra possível explicação para a discrepância entre os resultados dos grupos controle e estudo reside no fato de que crianças com distúrbio fonológico e crianças em desenvolvimento típico podem apresentar diferenças com relação ao 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, capacidades reduzidas para processar, perceber e distinguir sons complexos poderiam comprometer determinadas habilidades necessárias ao desenvolvimento normal da linguagem. Dentro deste contexto, ao verificar alterações relacionadas ao processamento temporal do sistema visual em crianças com problemas de aprendizagem, autores têm sugerido a existência de déficits de processamento temporal multi-sensoriais em crianças com transtornos de linguagem (Tallal et al., 1993).

Outras inter-relações entre os diversos sistemas sensoriais, bem como a influência do sistema visual (leitura labial) no processamento auditivo de estímulos de fala no nível do tronco encefálico, também têm sido ressaltadas, desafiando a visão estabelecida pela comunidade científica que determina que o tronco encefálico humano atua como um receptor / transmissor passivo de informações específicas para determinada modalidade (Musacchia et al., 2006).

Pesquisadores têm proposto que comprometimentos estruturais como, por exemplo, a diminuição da mielinização e a conseqüente redução da comunicação axonal entre áreas sensoriais e de linguagem, sejam a base de alguns problemas de linguagem, estando possivelmente relacionados a atrasos na transmissão do sinal durante o processamento sensorial rápido (Klingberg et al., 2000).

As respostas evocadas auditivas analisadas no presente estudo evidenciaram a presença de atrasos na condução do estímulo acústico. No entanto, as similaridades entre tais achados e os resultados da pesquisa de Klingberg et al. (2000) devem ser vistas com cautela, visto que a mesma buscou avaliar as alterações de processamento da informação acústica em nível cortical. Por outro lado, 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, comprometendo, desta forma, atividades de identificação, categorização e integração, fundamentais ao bom desempenho lingüístico. Similarmente, Abrams et al. (2006) verificaram a presença de correlações entre os aspectos temporais das respostas evocadas em tronco encefálico e a assimetria cortical existente para o processamento de sons da fala, reforçando a idéia de que as alterações temporais encontradas nas medidas eletrofisiológicas em tronco encefálico prejudicam o processamento cortical da informação acústica.

Inúmeros estudos demonstraram que os estímulos clique e de fala envolvem populações neuronais distintas (Banai e Kraus, 2008), além de

possuir diferentes padrões maturacionais (Johnson et al., 2008). Na presente pesquisa, verificou-se a existência de diferença estatisticamente significativa para o percentual de resultados normais e alterados para a latência da onda V nos PEATE obtidos com estímulo clique e estímulo de fala no grupo estudo (tabela 13). Tendo-se em mente estes achados e levando-se em consideração a idade média das crianças avaliadas (nove anos e sete meses), o fato de que os participantes que compuseram os grupos controle e estudo foram pareados quanto à idade e ao gênero e, ainda, que para esta faixa etária as respostas evocadas obtidas já atingiram padrões semelhantes aos do adulto, os resultados obtidos reforçam a hipótese de que populações neuronais específicas parecem estar envolvidas no processamento dos sons de fala. Song et al. (2006) ressaltaram que as diferenças observadas na codificação dos diferentes estímulos podem ocorrer devido às diferenças existentes em suas estruturas acústicas. Outra explicação fornecida por estes autores se baseia na hipótese de que existe um déficit nos mecanismos neurais em lidar com o mascaramento ocorrido no estímulo de fala (início da consoante mascarado pela vogal). Portanto, se um sistema neural é mais sensível aos efeitos da dessincronização, essa susceptibilidade será mais aparente em resposta ao estímulo de fala, que possui maior duração e início mais gradual, quando comparado ao clique.

Contudo, é importante frisar que tais evidências não excluem, sobremaneira, a possibilidade da existência de mecanismos comuns no processamento de ambos os estímulos, tendo em vista a presença de correlações significantes entre as respostas do PEATE com estímulo clique

e as respostas do PEATE com estímulo de fala. Neste sentido, Song et al. (2006) verificaram, assim como na presente pesquisa, que crianças com alterações no PEATE com estímulo de fala também apresentam um discreto aumento nas latências do PEATE com estímulo clique, ainda que dentro dos padrões de normalidade. Os autores sugerem que tais achados sustentam a idéia de que a codificação neural anormal do estímulo acústico, identificada por meio do PEATE com estímulo de fala, pode ser reflexo de um 'problema' mais amplo do sistema auditivo central, não detectado por procedimentos como a audiometria tonal ou o PEATE com estímulo clique.

Com o objetivo de verificar a existência de possíveis relações entre os resultados do PEATE com estímulo de fala e o grau de gravidade do distúrbio fonológico, realizou-se um estudo das correlações entre os valores de latência das ondas V e A e o índice PCC-R, obtido nas provas de nomeação e imitação (tabela 14). A hipótese inicial era que as alterações observadas no PEATE com estímulo de fala pudessem estar relacionadas ao percentual de consoantes produzidas corretamente pelas crianças do grupo estudo. No entanto, a análise dos resultados a cerca das correlações entre essas duas medidas (latências das ondas V e A *versus* PCC-R) indicou que o grau de gravidade do distúrbio fonológico não esteve relacionado ao tempo de latência das ondas do PEATE com estímulo de fala. Desta forma, diferentemente do que se supôs inicialmente, as crianças que apresentaram atraso nas latências das ondas V e/ou A não necessariamente apresentaram PCC-R piores do que aquelas cujas

respostas no PEATE com estímulo de fala encontravam-se dentro dos padrões de normalidade.

Banai et al. (2007), do mesmo modo, não verificaram diferenças, com relação às habilidades de leitura e escrita, entre crianças com distúrbios de aprendizagem com resultados normais no PEATE com estímulo de fala e crianças com distúrbios de aprendizagem com resultados alterados neste potencial. Desta forma, ambos os resultados reforçam a idéia de que os distúrbios de fala e/ou linguagem e aprendizagem sejam decorrentes da interação de múltiplos processos fisiológicos.

O efeito do treinamento auditivo sobre as respostas obtidas no PEATE também tem sido foco de alguns estudos (Hayes et al., 2003; Russo et al., 2005). Nicol e Kraus (2004) e Nicol e Kraus (2005) referem que este tipo de atividade pode favorecer a codificação de sons complexos, como a fala, por meio da melhora da sincronia neural, principalmente em nível cortical. Hayes et al. (2003) ressaltam que a estabilidade das respostas em tronco encefálico, observada frente ao treinamento auditivo, poderia refletir propriedades intrínsecas e/ou limitações das vias auditivas sub-corticais no que tange à plasticidade. Como exemplo, os autores referem que mudanças na sincronia neural do tronco encefálico poderiam ocorrer apenas em crianças pequenas.

Em contrapartida, Leite (2006) verificou melhora nos resultados do PEATE com estímulo clique e no P300 de crianças com distúrbio fonológico após 12 sessões de terapia fonoaudiológica. Da mesma forma, Russo et al. (2005) evidenciaram melhoras nas respostas do PEATE após treinamento

auditivo, sugerindo que a prática de uma habilidade ou a exposição freqüente a um estímulo é capaz de melhorar a sincronia da via auditiva no tronco encefálico. Tais resultados reforçam a hipótese proposta por Johnson et al. (2005) e Johnson et al. (2008), com base em estudos realizados em modelos animais, que refere que 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 afirmam que as vias corticofugais atuam como um modulador da atividade neural no tronco encefálico. De fato, muitos estudos ressaltam a existência de relações intrínsecas entre o processamento anormal das informações acústicas no tronco encefálico e córtex. Banai et al. (2007) referem que, de fato, um déficit no tronco encefálico poderia resultar num *input* alterado ao córtex. Portanto, considerando-se as mudanças nas conexões e atividades neurais dos diversos níveis do sistema nervoso auditivo central, resultantes da plasticidade neuronal frente ao treinamento auditivo, o uso do PEATE com estímulo de fala poderia ser útil no monitoramento terapêutico. Além disso, levando-se em conta as relações entre as funções do tronco encefálico e corticais, deve ser ressaltada a importância das respostas evocadas auditivas corticais serem investigadas em crianças com distúrbio fonológico.

As alterações encontradas na codificação dos sons da fala, no que diz respeito principalmente à sincronia neural no tronco encefálico, podem estar relacionadas aos problemas de linguagem apresentados pelas crianças com distúrbio fonológico avaliadas, embora correlações específicas

entre os resultados dos potenciais evocados auditivos e o grau de gravidade do distúrbio fonológico não tenham sido identificadas. Considerando estes resultados e levando-se em conta os padrões maturacionais do PEATE, assim como os estágios de desenvolvimento das habilidades fonológicas, o uso do PEATE com estímulo de fala como ferramenta de triagem poderia contribuir para a identificação de subgrupos específicos de crianças com problemas de fala e linguagem.

Por fim, estudos futuros são necessários, a fim de investigar o efeito das terapias de fala e linguagem sobre as respostas do PEATE com estímulo de fala, possibilitando, desta forma, o estabelecimento da efetividade desta medida no monitoramento do processo terapêutico. Adicionalmente, a realização de pesquisas que caracterizem as medidas do PEATE com estímulo de fala em outras populações, como usuários de prótese auditiva, usuários de implante coclear, autistas, disléxicos, dentre outras, se torna imprescindível para que este potencial se consagre como um instrumento útil no campo da Fonoaudiologia.

Conclusão

7 – CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos podemos concluir que crianças com distúrbio fonológico: (a) apresentam resultados normais no PEATE com estímulo clique; (b) apresentam um aumento discreto nos valores de latência das ondas do PEATE com estímulo clique, quando comparadas a crianças em desenvolvimento típico; (c) apresentam alterações no PEATE com estímulo de fala, quando comparadas a crianças em desenvolvimento típico, sugerindo a existência de comprometimentos no processamento do estímulo de fala nesta região; (d) apresentam maior ocorrência de resultados alterados no PEATE com estímulo de fala quando comparado ao PEATE com estímulo clique. Não foram observadas correlações entre os resultados do PEATE com estímulo de fala e o índice PCC-R em crianças com distúrbio fonológico.

Anexos

6 – ANEXOS

Anexo A



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 04/06/2008, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **0822/07**, intitulado: "**POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO COM ESTÍMULO DE FALA EM CRIANÇAS COM DISTÚRBO FONOLÓGICO**" apresentado pelo Departamento de **FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à 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: **Fga. Isabela Crivellaro Gonçalves**

CAPPesq, 06 de Junho de 2008

Prof. Dr. Eduardo Massad
Presidente da Comissão de
Ética para Análise de Projetos
de Pesquisa

Anexo B



HOSPITAL DAS CLÍNICAS
DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO
CAIXA POSTAL, 8091 – SÃO PAULO - BRASIL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU
RESPONSÁVEL LEGAL**

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

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: (.....).....

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **“POTENCIAL EVOCADO
AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO COM ESTÍMULO DE FALA EM
CRIANÇAS COM DISTÚRBO FONOLÓGICO”**

2. PESQUISADOR: Carla Gentile Matas
CARGO/FUNÇÃO: Profa. Dra. do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP
INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº: 04927
UNIDADE DO HC FMUSP: Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e
Terapia Ocupacional

Anexo B (continuação)

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

SEM RISCO	RISCO MÍNIMO	X	RISCO MÉDIO
RISCO BAIXO	RISCO MAIOR		

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 14 meses

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA CONSIGNANDO:

Gostaria de avaliar a audição de crianças com alterações na fala. Vou fazer as mesmas avaliações em crianças que não tem alteração na fala, da mesma faixa etária, para poder comparar os resultados obtidos nestas crianças com os obtidos nas crianças com alterações. Utilizarei testes que avaliam a audição. As avaliações serão realizadas primeiro em uma cabine, onde as crianças irão escutar alguns apitos por meio de fones. Em seguida, serão colocados alguns fios sobre a pele, colados com esparadrapo, para captar as ondas cerebrais relacionadas à audição. Será necessário avaliar a fala das crianças que não apresentam queixas de alterações, para selecionarmos as crianças que não apresentam alterações na fala. As crianças com alterações na fala serão avaliadas e serão submetidas à terapia fonoaudiológica pelo Laboratório responsável por esta área. Os testes utilizados para a avaliação da audição não oferecem nenhum risco ou desconforto para as crianças. Os resultados da pesquisa indicarão se estes testes são úteis na avaliação de crianças com alteração de fala.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA CONSIGNANDO:

Os testes realizados para avaliação da audição são aplicados de forma simples e rápida, sem dor ou desconforto. Caso seja identificado desconforto, o exame será suspenso imediatamente. Fica estabelecido que vocês, responsáveis pelas crianças avaliadas, terão acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para esclarecer eventuais dúvidas, tendo direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores. Além disso, terão plena liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isso prejudique a continuidade da assistência à criança, caso haja. Se houver necessidade, a criança será encaminhada para o Hospital das Clínicas para avaliação e condutas médicas.

Anexo B (continuação)

Asseguramos que os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados somente para esta pesquisa e as informações e conclusões obtidas por meio deste estudo serão utilizadas para discussões junto aos pesquisadores, alunos e profissionais da área de fonoaudiologia e afins, não sendo revelada a identidade de nenhum participante da pesquisa. Não haverá despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consulta, não havendo também compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. O pesquisador coloca-se à disposição tanto para os esclarecimentos que se fizerem necessários quanto para o fornecimento de informações relativas aos resultados dos procedimentos aplicados. 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

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Em caso de dúvida favor entrar em contato com:
Dra. Carla Gentile Matas: e-mail: cgmatas@usp.br
Fga. Isabela Crivellaro Gonçalves (pesquisadora executante)
Endereço: Rua Cipotânea 51 Cidade Universitária, Tel. 30918411
End. residencial: Rua Princesa Isabel, no 17, ap. 204 A. CEP: 04601-000 / Tel. Res: 55315361

VI. - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Eu discuti com a Fga _____ 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. Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa.

Anexo B (continuação)

São Paulo, de de 200

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

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

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

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: _____
Estagiária: _____
DATA DO EXAME: _____

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 () Ictericia ()
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 () Inclinação ()

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 frequentes () Sinusite () Convulsões
() Casumba () 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 acompanhamento? Especifique _____

Anexo C (continuação)

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 () Coccina () 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 () Timido
 () 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
 () Pedir 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?
Qual?

Sim () Não ()

Demora para realizar as tarefas

Sim () Não ()

Faz as tarefas () Sozinho () Com ajuda

Qual a disciplina preferida?

Qual a disciplina menos apreciada?

OUTRAS OBSERVAÇÕES

Anexo D

CAPÍTULO I - FONOLOGIA
HAYDÉE FISZBEIN WÉRTZNER

ANEXO I

FONOLOGIA. PROTOCOLO DE REGISTRO - IMITACÃO

Nome:
Data do Exame:
Idade:

Registro		Análise Tradicional		
Vocábulo	Transcrição	Fonema	Inicial	Final
01. Peça		p		
02. Bandeja		b		
03. Tigela		t		
04. Doce		d		
05. Cortina		k		
06. Gato		g		
07. Foguete		f		
08. Vinho		v		
09. Selo		s		
10. Zero		z		
11. Chuva		ʃ		
12. Jacaré		ʒ		
13. Machado		m		
14. Nata		n		
15. Lama		ɲ		
16. Lápis		l		
17. Pregão		ʎ		
18. Café		ɾ		
19. Alfaca		r		
20. Raposa		Arqui/S/		
21. Borracha		Arqui/R/		
22. Abelha		pR		
23. Carro		bR		
24. Branco		tR		

Anexo D (continuação)

continuação

Vocabulo	Transcriçãc	Fonema	Inicial	Final
25. Travessa		dR		
26. Droga		kR		
27. Cravo		gR		
28. Grosso		tR		
29. Fraco		pi		
30. Plástico		bi		
31. Bloco		kl		
32. Ciube		gl		
33. Globo		fl		
34. Flauta				
35. Pastel				
36. Porco				
37. Naziz				
38. Amor				
39. Roupa				

Acerto:
 Omissão:
 Substituição:
 Distorção:

REFERENCIAR ESTE MATERIAL COMO:

WERTZNER, H. F. Fonologia. In: ANDRADE, C. R. P.; BEFI-LÓPES, D. M.; FERNANDES, P. D. M.; WERTZNER, H. F. *ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática*. 2. ed. rev. ampli. e atual. Barueri (SP): Pró-Fone, 2004. Cap. 1, Anexo 1.

Anexo D (continuação)



ABFW - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
 EAS - ÁREAS DE FONOLOGIA, VOCABULÁRIO, FLUÊNCIA E PRAGMÁTICA



CAPÍTULO 1 - FONOLOGIA
 HAYDÉE FISZBEIN WÉRTZNER

ANEXO 2

FONOLOGIA. PROTOCOLO DE REGISTRO - NOMEAÇÃO

Nome:
Data do Exame:
Idade:

Registro		Análise Tradicional		
Vocabulo	Transcrição	Fonema	Inicial	Final
1. Pilhaço		p		
2. Bolsa		b		
3. Tesoura		t		
4. Cadeira		d		
5. Galinha		k		
6. Vassoura		g		
7. Cebola		f		
8. Xicara		v		
9. Mesa		s		
10. Navio		z		
11. Livro		ʃ		
12. Sapo		ʒ		
13. Tambor		m		
14. Sapato		n		
15. Balde		ɲ		
16. Faca		l		
17. Fogão		ʎ		
18. Peixe		t		
19. Relógio		r		
20. Cama		Arqui/S/		
21. Anel		Arqui/R/		
22. Milho		pR		
23. Cachorro		bR		
24. Blusa		tR		

Anexo D (continuação)



ABFW - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
NAS ÁREAS DE FONOLOGIA, VOCABULÁRIO, FLUÊNCIA E PRAGMÁTICA



continuação

Vocabulo	Transcrição
25. Garfo	
26. Trator	
27. Prato	
28. Pasta	
29. Dedo	
30. Braço	
31. Girafa	
32. Zebra	
33. Planta	
34. Cruz	

Fonema	Inicial	Final
dR		
kR		
gR		
vR		
pl		
bl		
kl		
gl		
fl		

Acerto:
Omissão:
Substituição:
Distorção:

REFERENCIAR ESTE MATERIAL COMO:

WERTZNER, H. F. Fonologia. In: ANDRADE, C. R. F.; BEI-LOPES, D. M.; FERNANDES, F. D. M.; WERTZNER, H. F. *ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática*. 2. ed. rev. ampl. e atual. Barretos (SP): P6-Fono, 2004. Cap. 1, Anexo 2.

Anexo D (continuação)



APRV - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
 São Paulo de Fonologia, Fonoaudiologia, Fisiologia e Psiquiatria



CAPÍTULO 1 - FONOLOGIA
 MARIEE FISBEIN MERTZNER

ANEXO 3
 FONOLOGIA. ANÁLISE DOS PROCESSOS FONOLÓGICOS - NOMENCLATURA

Nome: _____
 Idade: _____
 Data: _____

	paltojo	boia	tesouro	caidara	gabimba	vesonara	cahola	siara	mesa	nyto	livo	sapo	rambor	sipeto	bulde	flca	fogido	total
Transcrição																		
redução de sílaba																		
harmonia consonantal																		
plativação de fricativas																		
posteriorização para velar																		
posteriorização para palatal																		
frontalização de velares																		
frontalização de palatal																		
simplicificação de líquida																		
simplicificação do encontro consonantal																		
simplicificação do consoante final																		
sonorização de plosivas																		
sonorização de fricativas																		
espantefricativa de plosivas																		
envelhecimento de fricativas																		
curtos																		
Total																		

Legenda: processos fonológicos observados durante o desenvolvimento;
 processos fonológicos não observados; fonemas que durante o desenvolvimento

Anexo D (continuação)

CAPÍTULO 3 - FLUÊNCIA
CLAUDIA REGINA FURQUIM DE ANDRADE

ANEXO

FLUÊNCIA. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Nome:	
Data:	Tipo de Controle:

1. Tipologia das disfluências.

Disfluências Comuns		Disfluências Gagas	
hesitação		repetição de sílabas	
interjeição		repetição de sons	
revisão		prolongamento	
palavra não terminada		bloqueio	
repetição de palavras		pausa	
repetição de Segmentos		intrusão de sons ou segmentos	
repetição de frases			
Total		Total	

2. Velocidade de fala.

Fluxo de Palavras por Minuto	Fluxo de Sílabas por Minuto

3. Frequência das rupturas.

Porcentagem de Descontinuidade de Fala	Porcentagem de Disfluências Gagas

4. Transcrição da Amostra da Fala:

REFERENCIAR ESTE MATERIAL COMO:

ANDRADE, C.R.F.- Fluência. In: ANDRADE, C.R.F.; BEFI-LOPES, D.M.; FERNANDES, F.D.M.; WERTZNER, H.F. - *ABFW: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática*. Carapicuíba, Pró-Fono, 2000. (cap. 3)

Anexo D (continuação)



ARVY - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
 (em Anos de Pesquisa, Associação Falação e Escrita)



continuação

Transcrição	palco	relógio	cama	anel	milho	cadeirão	balsa	gafio	urador	prato	passa	dedo	zabeta	glada	brayo	planta	cruz	total	
redução de sílaba																			
harmonia consonantal																			
plosiveção de fricativas																			
posteriorização para velar																			
posteriorização para palatal																			
frontalização de velares																			
frontalização de palatal																			
simplificação de líquida																			
simplificação do encontro consonantal																			
simplificação da consoante final																			
sonorização de plosivas																			
sonorização de fricativas																			
ensurdecimento de plosivas																			
ensurdecimento de fricativas																			
outros																			
Total																			

Legenda: processos fonológicos observados durante o desenvolvimento;
 processos fonológicos não observados frequentemente durante o desenvolvimento.

REFERENCIAR ESTE MATERIAL COMO:
 WERTZNER, H. F. Fonologia. In: ANDRADE, C. R. F.; BEFF-LOPES, D. M.; FERREIRAS, F. D. M.; WERTZNER, H. F. *ARVY: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, fluência e pragmática*. 2. ed.: rev. ampli. e atual. Barueri (SP): Ed. Ton, 2004. Cap. 1, Anexo 3.

Anexo D (continuação)



ARV - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
 100, Avenida Francisco de Assis, Vila Operária, Curitiba, PR



CAPÍTULO I - FONOLOGIA
HANDEE FISZBEIN HERTZNER

ANEXO 4
FONOLOGIA. ANÁLISE DOS PROCESSOS FONOLÓGICOS + IMITACÃO

Nome: _____
 Idade: _____ Data: _____

	patoca	bandeja	tigela	dove	curtina	gato	foguete	vinho	sala	zero	chupa	banco	machado	mala	luna	lapis	prego	café	alfaca	total	
Transferência																					
redução de sílaba																					
harmonia consonantal																					
plasmagem de fricativas																					
posteriorização para velar																					
posteriorização para palatal																					
frontalização de velares																					
frontalização de palatais																					
simplicificação de líquida																					
simplicificação do encontro consonantal																					
simplicificação do consoante final																					
sorotização de plosivas																					
sorotização de fricativas																					
ensurdecimento de bilabiais																					
ensurdecimento de fricativas																					
outros																					
Total																					

Legenda: processos fonológicos observados durante o desenvolvimento;
 processos fonológicos não observados, porém ocorrem durante o desenvolvimento.

Anexo D (continuação)

ABAV - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
 NAS ÁREAS DE FONÉTICA, MORFOLOGIA, FLEXÃO E SEMÂNTICA

Transcrição	repeti	intermit	debilis	carro	banco	travess	droga	cravo	presso	raço	plástico	bleco	clube	glóbo	baixa	passo	porco	nariz	namor	roupa	total	
repetição de sílabas																						
homonímia consonantal																						
plossificação de fricativas																						
poteriorização para velar																						
poteriorização para palatal																						
fronhização de velares																						
fronhização de palatal																						
fronhização de líquida																						
fronhização do encontro consonantal																						
fronhização de consoante final																						
aspiração da plosivas																						
sonorização de fricativas																						
ensurdecimento das plosivas																						
ensurdecimento de fricativas																						
outros:																						
Total																						

Legenda: processos fonológicos observados durante o desenvolvimento;
 processos fonológicos não observados frequentemente durante o desenvolvimento.

REFERENCIAR ESTE MATERIAL COMO:
 WERTZNER, H. E. Fonologia. In: ANDRADE, C. R. F.; REPTLÓFS, D. M.; FERNANDES, F. D. M.; WERTZNER, H. E. *ABAV*: teste de linguagem infantil nas áreas de fonologia, vocabulário, flexão e pragmática. 2. ed. rev. ampl. e atual. Barueri (SP): Pro-Fepec, 2004. Cap. 1, Anexo 4.

Anexo D (continuação)

APRIL - TESTE DE LINGUAGEM INFANTIL
 NAS ÁREAS DE FONOLOGIA, VOCALIZAÇÃO, FONOLOGIA E PARADIGMAS

CAPÍTULO 1 - FONOLOGIA
 HAYDÉE FISZBERG MERTZNER

ANEXO 5
 FONOLOGIA: QUADRO RESUMO DA ANÁLISE DO SISTEMA FONOLÓGICO

Nome: _____
 Idade: _____
 Data: _____

Transcrição	Intenção		Nominação		Adequado à tarefa
	Total	Produtividade	Total	Produtividade	
redução de sílaba					
harmonia consonantal					
plossivação de fricativas					
posteriorização para velar					
posteriorização para palatal					
frontalização de velares					
frontalização de palatal					
simplificação de líquida					
simplificação de encontro consonantal					
simplificação de consoante final					
sonorização de plosivas					
sonorização de fricativas					
ensurdecimento de plosivas					
ensurdecimento de fricativas					
outras					
Total de Ocorrências					

Legenda:
 processos fonológicos observados durante o desenvolvimento;
 processos fonológicos não observados frequentemente durante o desenvolvimento.

Referências

7 – REFERÊNCIAS

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

Abrams D, 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.

Advíncula KP, Frizzo ACF, Costa EG, Santos PAG, Griz S. Estudo dos potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com desvios fonológicos. In: 20º Encontro Internacional de Audiologia; 2005; São Paulo. *Anais.* São Paulo; 2005.

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.

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

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.

Banai K, Abrams D, Kraus N. Sensory-based learning disability: Insights from brainstem processing of speech sounds. *Int J Audiol.*, 2007; 46: 524-32.

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; p. 269-89.

Banai K, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Brainstem timing: implications for cortical processing and literacy. *J Neurosci.* 2005; 25: 9850-7.

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.

Carvalho 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.

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

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.

Elbert M. Clinical Forum: phonological assessment and treatment: consideration of error types: a response to Fey. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools* 1992; 23: 241-6.

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

Fey ME. Clinical Forum: Phonological Assessment and Treatment Articulation and Phonology: Inextricable Constructs in Speech Pathology. *Lang Speech Hear Serv Sch*, 1992; 23: 225-32.

Ferreiro E, Teberosky A. Evolução da Escrita. In: Ferreiro E, Teberosky A. *Psicogênese da língua escrita*. Porto Alegre: Artes Médicas; 1985. p.181-246.

Friel-Patti S. Otitis media with effusion and the development of language: a review of the evidence. *Topics in Language Disorders*, 1990; 11(1): 11-22.

Frith U. Beneath the surface of developmental Dyslexia. In: Patterson K, Mrshall J & Coltheart M, editors. *Surface dyslexia: neuropsychological and*

cognitive studies of phonological reading. London: Lawrence Erlbaum Associates; 1985.

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.

Gates GA, Chakeres DW. Interpretation of diagnostic tests for acoustic neuroma. *American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. Rochester, 1988.

Gierut JA. Treatment Efficacy: Functional Phonological Disorders in Children. *J Speech Lang Hear Res*, 1998; 41: S85-S100.

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.

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.

Hodson BW. Helping individuals become intelligible, literate, and articulate: the role of phonology. *Topics in language disorders* 1994; 14(2): 17-25.

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

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

International Electrotechnical Commission. *Standard for audiometers*. IEC. 1988.

Ingram D. Aspects of phonological acquisition. In: Guildford e Worcester. *Phonological Disability in Children*. Billing and Sons Limited, 1976, p.10-50.

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.

Jirsa RE. Maximum length sequences-auditory brainstem responses from children with auditory processing disorders. *J Am Acad Audiol.* 2001; 12: 155-64.

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 T, Zecker SG, Kraus N. Developmental Plasticity in the Human Auditory Brainstem. *J Neurosci.* 2008; 28(15): 4000-7.

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.

Klingberg T, Hedehus M, Temple E, Salz T, Gabrieli JD, Moseley ME, et al. Microstructure of temporo-parietal white matter as a basis for reading ability: evidence from diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuron* 2000; 25: 493-500.

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

Kraus N, Kileny P, McGee T. Potenciais Auditivos Evocados de Média Latência (MLR), In: *Tratado de Audiologia Clínica*, Org. Katz J, 4ª ed., São Paulo: Editora Manole; 1999. p. 384- 402.

Kraus N, Koch DB, McGee TJ, Nicol TG, Cunningham J. Speech sound discrimination in school-age children: psychophysical and neurophysiologic measures. *J Speech Lang Hear Res.* 1999; 42(5):1042-60.

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

Krishnan A. Human frequency-following responses: representation of steady-state synthetic vowels. *Hearing Res* 2002; 166: 192-201.

Law J, Boyle J, Harris F, Harkness A, Nye C. Prevalence and natural history of primary speech and language delay: findings from a systematic review of the literature. *Int J Lang Commun Disord.*, 2000; 35:165-188.

Leite RA. Avaliação eletrofisiológica da audição em crianças com distúrbio fonológico pré e pós terapia fonaudiológica [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2006.

Lewis BA, Freebairn L. Speech production skills of nuclear family members of children with phonology disorders. *Language and Speech*, 1997; 41(1): 45-61.

Maassen B, Pasman J, Nijland L, Rotteveel J. Clinical use of AEVP- and AERP- measures in childhood speech disorders. *Clin Linguist Phonetics.*, 2006; 20(2/3): 125-34.

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

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.

Mason SM, Mellor DH. Brainstem, middle latency and late cortical evoked potentials in children with speech and language disorders. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1984; 59: 297-309.

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

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

Mota HB. Fonologia: Intervenção. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p. 787-814.

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.

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 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.

Nicol T, Kraus N. How can the neural encoding and perception of speech be improved? In: Syka J, Merzenich MM (eds). *Plasticity and signal*

representation in the auditory system. New York: Kluwer Plenum; 2005. p. 259-70.

Purdy SC, Kelly AS, Davies MG. Auditory brainstem response, middle latency response, and late cortical evoked potentials in children with learning disabilities. *J Am Acad Audiol*. 2002; 13: 367-82.

Roggia SM. O processamento temporal em crianças com distúrbio fonológico [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2003.

Roncagliolo M, Benítez J, Pérez M. Auditory brainstem responses of children with developmental language disorders. *Dev Med Child Neurol*. 1994; 36(1):26-33.

Rosen S. Auditory processing in dyslexia and specific language impairment: is there a deficit? What is its nature? Does it explain anything? *J Phon*. 2003; 31(3-4):509-27.

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.

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

Sachs MB, Young ED. Encoding os steady-state vowels in the auditory nerve: representation in terms of discharge rate. *J Acoust Soc Am* 1979, 66: 470-9.

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

Schochat E, Fillipini R. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico com estímulo de fala no transtorno do processamento auditivo. *Br J Otolaryngol*. In press 2009.

Shriberg LD, Tomblin JB, and McSweeny JL. Prevalence of speech delay in 6-year-old children and comorbidity with language impairment. *J.Speech Lang Hear.Res.*, 1999; 42 (6):1461-81.

Shriberg LD, Flipsen PJ, Thielke H et al. Risk for speech disorder associated with early recurrent otitis media with effusion: two retrospective studies. *J Speech Lang Hear Res*, 2000; 43: 79-99.

Shriberg LD, Austin D, Lewis BA et al. The percentage of consonants corrects (PCC) metric: extensions and reliability data. *J Speech Lang Hear Res*, 1997; 40: 708-22.

Shriberg LD, Kwiatkowski J. Phonological disorders III: a procedure for assessing severity of involvement. *J Speech Hear Dis*. 1982; 47: 256-70.

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

Stach BA. *Comprehensive Dictionary of Audiology Illustrated*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1997.

Tallal P, Miller S, Fitch RH. Neurobiological basis of speech: a case for the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1993; 682: 27-47.

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

Wertzner HF. Estudo da Aquisição do Sistema Fonológico: O Uso de processos fonológicos em Crianças de Três a Sete Anos. *Pro Fono* 1995; 7(1): p. 21-6.

Wertzner HF. Fonologia: Desenvolvimento e Alterações. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p. 772-86.

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 a; 128 (2): 417-23.

Wible B, Nicol T, Kraus N. Encoding of complex sounds in an animal model: Implications for understanding speech perception in humans. In: König R, Heil P, Budinger E, Scheich H (eds). *Auditory Cortex: Towards a Synthesis of*

Human and Animal Research. Oxford: Lawrence Erlbaum Associates; 2005
b. p.241-54.

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

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: 1381-403.

Zaleski T, Kielska E. Central transmission time in children with the delayed language development. *Otolaryngol Pol*. 2000; 54(1): 71-3.