RENATA FILIPPINI

Eficácia do treinamento auditivo por meio do potencial evocado para sons complexos nos transtornos de audição e linguagem

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

Programa de Ciências da Reabilitação
Área de concentração: Comunicação Humana
Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Eliane Schochat

São Paulo
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Filippini, Renata
Eficácia do treinamento auditivo por meio do potencial evocado para sons complexos nos transtornos de audição e linguagem / Renata Filippini. -- São Paulo, 2011.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Ciências da Reabilitação. Área de concentração: Comunicação Humana.
Orientadora: Eliane Schochat.

Descritores: 1.Potenciais evocados auditivos 2.Estimulação acústica 3.Criança 4.Transtornos da percepção auditiva 5.Transtornos do desenvolvimento da linguagem 6.Plasticidade neuronal

USP/FM/DBD-390/11

Para meu filho, Wagner Filippini Neto.

Agradeço-te por ser meu porto seguro,
minha motivação e meu maior orgulho.

Se luto, é para compartilhar contigo:
das conquistas, a alegria;
das derrotas, a sabedoria.

Agradecimentos

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.
- Chico Xavier -

Agradeço aos meus pais, **Wagner** e **Dirce**, por todo o amor e respeito com que me guiaram até aqui; por terem me ensinado, por meio do exemplo, o valor do estudo e do saber, mesmo que nossa sociedade pareça já não valorizá-los; e, finalmente, por me apoiarem, incondicionalmente, em todos os momentos de minha vida.

À minha irmã **Fernanda**, agradeço pelo companheirismo, por ensinar-me (na pancada!) a me defender, e pela, sempre justa, sinceridade; por me provar, junto com o **Vinícius**, que a coragem de deixar tudo para trás e viver um sonho, será recompensada com incríveis lembranças e grandes experiências.

Agradeço também aos meus **avós** (*in memoriam*), **tios**, **tias** e **primos**, por acreditarem nos meus muitos "talentos", todas as vezes em que acreditei ser possuidora deles.

Agradeço à minha orientadora **Profª. Drª. Eliane Schochat**, modelo de fonoaudióloga e pesquisadora, pelos conselhos, pelas oportunidades, pela paciência, pela amizade, e, principalmente, pela confiança depositada em mim, quando tantas vezes eu mesma duvidei de ser capaz.

Pelas inestimáveis sugestões feitas nos exames de qualificação, agradeço à **Profª. Drª. Alessandra Gianella Samelli**, à **Profª. Drª. Carla Gentili Matas**, à **Profª. Drª. Débora Maria Befi-Lopes**, à **Profª. Drª. Renata Mota Mamede Carvallo**, à **Profª. Drª. Camila Maia Rabelo** e, finalmente, à **Drª. Ivone Ferreira Neves-Lobo**.

À amiga **Drª. Caroline Nunes Rocha-Muniz**, agradeço por compartilhar comigo as experiências, alegrias e tensões desta estrada sinuosa chamada "doutorado".

Agradeço às queridas companheiras do LIFPA - **Camila Rabelo**, **Carol Rocha-Muniz**, **Cristina Murphy**, **Ivone Neves-Lobo**, **Renata Alonso** e **Tatiane Zalcman** - pela amizade, pelas trocas de conhecimento e de experiências, e, claro, pelas muitas horas de risadas.

Às amigas, **Aline Covo**, **Anne Chahad**, **Carol Rocha-Muniz, Camila Mimura**, **Fernanda Rodrigues**, **Paloma Moreno**, **Talita Fortunato-Tavares** e **Telma Iacovino,** agradeço pelo carinho, pelos divertidos *Happy Hours* e pelas previsões sempre positivas do nosso sucesso.

Aos amigos de longa data, **Daniel Manse**, **Diane Kowal**, **Maurício Chavenco**, **Ricardo Davini** e **Tatsi Kowal,** agradeço pelos "resgates" nos finais de semanas, por entenderem e perdoarem meu mau-humor e cansaço, e pelo apoio que me deram, mesmo à distância.

Agradeço, também, à fonoaudióloga **Ana Manhani Cáceres** e às colaboradoras do **LIF em Desenvolvimento de Linguagem e suas Alterações** por serem sempre muito prestativas, sanando minhas dúvidas e me auxiliando com as crianças do grupo DEL.

Não poderia deixar de citar as secretárias **Cristina**, **Beatriz** e **Ana**, para quem agradeço pela sempre pronta, eficiente e afetuosa atenção.

Agradeço também à **Profª. Drª. Carmen André Saldiva**, pela primorosa (e trabalhosa!) análise estatística.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, agradeço pelo apoio financeiro oferecido para a realização deste estudo.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos **voluntários** que participaram deste estudo, assim como **às suas famílias**, pela colaboração e pelos esforços que fizeram para o enriquecimento desta ciência.

A todos deixo, mais uma vez, meu agradecimento sincero, pois, tenho certeza, sem cada um de vocês, jamais teria conseguido.

Muito obrigada!

Antes que você possa alcançar o topo de uma árvore e entender os brotos e as flores, você terá de ir fundo nas raízes. E quanto mais fundo vão as raízes, mais alto vai a árvore.

Nietzsche
"Assim Falou Zaratrusta"

Esta tese está de acordo com as seguintes 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. 3a ed.. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

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

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

Lista de Quadros

Lista de Tabelas

Lista de Anexos

1. Introdução 01

2. Objetivos 06

3. Revisão da Literatura 08

4. Métodos 40

5. Resultados 60

6. Discussão 83

7. Conclusão 115

8. Referências 117

9. Anexos 130

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

µV	Microvolt
µV/ms	microvolt por milissegundo
µs	microsegundos
AMP	amplitude
ANSI	*American National Standards Institute*
ASHA	*American Speech-Language-Hearing Association*
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CV	consoante-vogal
dB NA	decibel nível de audição
dB nNA	decibel nível de audição normal
dB NPS	decibel nível de pressão sonora
dB NS	decibel nível de sensação
DC	direita competitiva
DEL	Distúrbio Específico de Linguagem
DNC	direita não competitiva
DP	desvio padrão
DT	desenvolvimento típico
EC	esquerda competitiva
ENC	esquerda não competitiva
et al.	e outros
FA	fechamento auditivo
FF	figura-fundo
FFR	*Frequence Following Response*
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Hz	Hertz
IES	*International Electrode System*

IPRF	Índice Percentual de Reconhecimento de Fala
kΩ	quilo ohms
LAT	Latência
LRF	Limiar de Reconhecimento de Fala
MAE	Meato Acústico Externo
MMN	*Mismatch Negativity*
ms	Milissegundo
OT	ordenação temporal
PA(C)	Processamento Auditivo (Central)
PEA	Potencial Evocado Auditivo
PEALL	Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência
PEAML	Potencial Evocado Auditivo de Média Latência
PEATE	Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico
S/R	relação sinal/ruído
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SNC	Sistema Nervoso Central
SSW	*Staggered Spondaic Word*
TA	treinamento auditivo
TAF	treinamento auditivo formal
TCCS	Teste de Compreensão de Complexidade Sintática
TE	Tronco Encefálico
TPA(C)	Transtorno de Processamento Auditivo (Central)
TPS	Teste de Padrão de Frequência
VCV	vogal-consoante-vogal

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Similaridades entre o estímulo de fala e a resposta obtida pelo PEATE 22

Quadro 2. Valores normativos para o teste SSW, de acordo com a idade, segundo Pereira e Schochat (2011) 49

Quadro 3. Valores normativos para o teste Dicótico de dígitos, de acordo com a idade, segundo Pereira e Schochat (2011) 50

Quadro 4. Valores normativos para o Teste de padrão de frequência de acordo com a idade, segundo Auditec (1997) 50

Quadro 5. Valores normativos do PEATE para cliques, de acordo com a orelha testada, segundo o manual do equipamento Navigator Pro 52

Quadro 6. Onda normativa da resposta do tronco encefálico ao estímulo /da/ no silêncio, oferecida pelo equipamento Navigator Pro 53

Quadro 7. Médias de acertos (%) em cada grupo para cada habilidade auditiva avaliada, de acordo com a orelha e a avaliação 65

Quadro 8. Médias das latências (ms) das ondas do PEATE em cada grupo, de acordo com a avaliação e a condição de apresentação do estímulo 77

Quadro 9. Médias das amplitudes (µV) das ondas do PEATE em cada grupo, de acordo com a avaliação e a condição de apresentação do estímulo 79

Quadro 10. Médias das medidas do complexo VA do PEATE em cada grupo, de acordo com a avaliação e a condição de apresentação do estímulo 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatísticas descritivas para a idade (meses) de acordo com o grupo 62

Tabela 2. Distribuições de frequências e porcentagens do gênero nos quatro grupos 62

Tabela 3. Valores iniciais de média e desvio padrão da porcentagem de acertos na avaliação comportamental, de acordo com o grupo e a habilidade auditiva avaliada 63

Tabela 4. Valores finais de média e desvio padrão da porcentagem de acertos na avaliação comportamental, de acordo com o grupo e a habilidade auditiva avaliada 64

Tabela 5. Valores iniciais de média e desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no silêncio, de acordo com o grupo 68

Tabela 6. Valores finais de média e desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no silêncio, de acordo com o grupo 70

Tabela 7. Valores iniciais de média e de desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no ruído, de acordo com o grupo 72

Tabela 8. Valores finais de média e de desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no ruído, de acordo com o grupo 74

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Aprovação da 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 131

Anexo B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 133

Anexo C. Folha de registro de coleta do histórico clínico 135

Anexo D. Protocolo de avaliação do processamento auditivo para os grupos DT e TPA 137

Anexo E. Protocolo de avaliação do processamento auditivo para os grupos DEL 138

Anexo F. Cartaz com as figuras do teste identificação de figura com ruído, utilizado na avaliação do processamento auditivo nos sujeitos dos grupos DEL e no TAF 139

Anexo G. Protocolo de registro das atividades realizadas em cada sessão do TAF 140

Anexo H. Lista oferecida como sugestão de atividades a serem realizadas em casa 141

Anexo I. Cartaz com as figuras das sentenças utilizadas no TAF para treinamento da habilidade de figura-fundo auditivo 142

Anexo J. Listas de monossílabos utilizadas no TAF para treinamento da habilidade de fechamento auditivo 143

Anexo K. Protocolo do Teste de fala comprimida (Rabelo, 2004) utilizado durante o TAF para treinamento da habilidade de fechamento auditivo 144

Anexo L. Protocolo do Teste temporal progressivo auditivo (Borges, 2005) utilizado durante o TAF para treinamento da habilidade do processamento temporal 145

Anexo M. Cartaz com as figuras dos sons utilizados no TAF para treinamento da habilidade de integração e separação binaural 146

Anexo N. Tabelas de análise de variância 147

Anexo O. Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo 154

RESUMO

Filippini R. Eficácia do treinamento auditivo por meio do potencial evocado para sons complexos nos transtornos de audição e linguagem [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011. 129p.

Introdução: Alterações de audição e linguagem como o Distúrbio Específico de Linguagem (DEL) e o Transtorno do Processamento Auditivo (TPA), tem sido associadas a alterações na codificação neural de sons acusticamente complexos. A percepção destes sons depende da integridade nos processos de codificação analisados pelo Sistema Nervoso Auditivo, principalmente em situações de escuta desafiadora, como em ambientes ruidosos. O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) para estímulos complexos investiga a representação neural destes sons em níveis subcorticais, pois reflete com fidelidade as características do estímulo, e está alterado em crianças com problemas de audição, linguagem e aprendizado quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico (DT). Um método para remediar algumas dificuldades dessas crianças, é o Treinamento Auditivo Formal (TAF), que já teve sua eficácia demonstrada tanto por meios comportamentais quanto eletrofisiológicos. **Objetivo:** Verificar a eficácia do TAF em crianças com transtornos de audição e linguagem por meio da avaliação comportamental e do PEATE para sons complexos, na presença e na ausência de ruído de fundo. **Métodos:** Participaram do estudo 30 crianças (7a - 12a11m), divididas nos grupos DT (N=7), TPA (N=9) – submetido ao TAF, DELa – submetido ao TAF (N=6), e DELb – não submetido ao TAF (N=8). Todos apresentaram audição periférica e respostas do PEATE para cliques normais, e foram submetidos à avaliação comportamental do PA(C) e ao PEATE para sons complexos, no silêncio e na presença de ruído. Apenas os grupos TPA e DELa foram submetidos a TAF, porém todos realizaram reavaliação cerca de 12 semanas após a avaliação inicial. **Resultados:** Os grupos TPA, DELa e DELb apresentaram desempenho inferior ao do grupo DT para as habilidades de Figura-Fundo e Ordenação Temporal, e apenas os grupos submetidos ao TAF apresentaram melhoras na avaliação final. No PEATE para sons complexos no silêncio não se observaram diferenças entre grupos quanto à latência das ondas, porém o grupo TPA apresentou alterações nas medidas de amplitude e do complexo VA, as quais se mantiveram após o TAF. No PEATE para sons complexos na presença de ruído, o grupo DELa apresentou latências mais atrasadas para todas as ondas, sem outras alterações. Este grupo apresentou melhoras significantes nas latências, equilibrando as respostas apresentadas pelos outros grupos estudados. **Conclusão:** O TAF parece ter sido responsável pelas mudanças no desempenho comportamental dos grupos TPA e DELa, já que os grupos DT e DELb não apresentaram variações em suas respostas. Pudemos observar neste estudo que o PEATE para sons complexos apresentados no ruído pode ser um instrumento válido na monitoração dos efeitos do TAF.

Descritores: Potenciais Evocados Auditivos, Transtornos da Percepção Auditiva, Transtornos do Desenvolvimento da Linguagem, Estimulação Acústica, Plasticidade Neuronal.

ABSTRACT

Filippini R. Efficacy of auditory training using evoked potentials to complex sound in hearing and language disorders [thesis]. Sao Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011. 129p.

Introduction: Language and Hearing disorders as Specific Language Disorder (SLI) and Auditory Processing Disorder (APD) have been associated with disorders at neural decoding of acoustic complex sounds. These sounds perception depends on the integrity of decoding processes analyzed by the auditory nervous system, especially in challenging acoustic situations as in background noise. The Auditory Brainstem Response to complex sounds (c-ABR), investigate de neural representation of these sounds at subcortical levels because they reflect with fidelity the stimulus features, and it is altered in children with auditory, language and learning problems when compared to typical development children (TD). The formal Auditory training (AT) is a method to remediate some of these children difficulties, and its efficacy has been demonstrated using behavioral and electrophysiological assessments. **Objective:** Verify the efficacy of formal AT in children with hearing and language disorders through behavioral assessment and c-ABR, with and without background noise. **Methods:** Thirty children (aged 7–12 years and 11 months), were divided in four groups: TD(N=7), APD(N=9) – underwent formal AT, SLIa (N=6) – underwent formal AT - and SLIb(N=8) – did not undergo formal AT. All had normal peripheral hearing and click-evoked ABR, and all underwent behavioral assessment of auditory processing and c-ABR with and without background noise. Only APD and SLIa groups underwent formal AT, although all children were reevaluated after 12 weeks from the initial assessment. **Results:** Groups APD, SLIa and SLIb showed worst behavioral performance than TD group, although only groups that underwent formal AT showed improvements at final assessment. To c-ABR in silence, no differences were observed among the groups concerning wave latencies, but APD group presented smaller amplitudes to transient portion of the response, and altered VA complex duration and slope, which did not change after AT. To c-ABR with background noise, SLIa group presented delayed latencies to all waves. This same group, after AT, presented significant improvements to wave latencies, balancing the responses among all studied groups. **Conclusion:** Formal AT seemed to be responsible for the behavioral performance changes seen in groups APD and SLIa. This study suggests that the c-ABR with background noise may be an effective tool to monitor the effects of formal AT.

Descriptors: Auditory Evoked Potentials, Auditory Perceptual Disorders, Language Development Disorders, Acoustic Stimulation, Neuronal Plasticity.

Introdução

1. INTRODUÇÃO

A fala é um sinal complexo cujas características acústicas mudam continuamente através do tempo, e cujo processamento estende-se desde a cóclea até o córtex (Banai et al., 2007). A percepção deste sinal depende da habilidade do sistema auditivo de extrair tais características acústicas, mesmo na presença de ruído competitivo (Cunningham et al., 2002).

Respostas para estímulos complexos como a fala vem sendo investigadas em populações com transtornos do Processamento Auditivo (Central) – TPA(C), do desenvolvimento da linguagem e do aprendizado por meio dos Potenciais Evocados Auditivos (PEAs) tanto corticais (Kraus et al., 1999; King et al., 2002; Banai, et al., 2005; Wible et al., 2005; Abrams et al., 2006) quanto do tronco encefálico (TE) (Hayes et al., 2003; Wible et al., 2004; Song et al., 2006; Johnson et al., 2008b; Russo et al., 2009).

Um dos modelos de estudo com PEAs para sons complexos faz uso de estímulos breves do tipo consoante-vogal (CV), cujas características acústicas são refletidas com precisão excepcional, principalmente quando investigados por meio dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) (Kraus e Nicol, 2005; Johnson et al., 2005).

Estes estudos demonstram que, embora não existam diferenças significativas com relação ao processamento de estímulos simples (p. ex. clique), as respostas para estímulos complexos estão alteradas nas referidas populações em relação aos seus pares com desenvolvimento típico (DT),

sugerindo uma independência, já ao nível do TE, entre o processamento de estímulos breves de largo espectro e o processamento de sons temporal e harmonicamente mais complexos (Banai et al., 2005; Filippini e Schochat, 2009).

Acredita-se que tais déficits nas respostas do TE para sons complexos tenha um impacto negativo no processamento de sinais acústicos rápidos no córtex, o qual pode subjazer a percepção anormal da fala e, consequentemente, comprometer o desenvolvimento das habilidades de linguagem (Wible et al., 2005; Abrams et al., 2006).

Assim, defasagens na codificação de sequências auditivas rápidas e complexas poderiam afetar o desenvolvimento da habilidade de detectar e processar os padrões acústicos dinâmicos da fala e, por conseguinte, o processamento fonológico, podendo, portanto, estar relacionadas à alterações de linguagem, como o Distúrbio Específico de Linguagem (DEL) (Tallal, 2004; McArthur e Bishop, 2005; Bellis, 2007).

Crianças com DEL apresentam respostas piores e/ou atípicas em relação à de crianças com DT no desempenho comportamental e dos PEAs, tanto na discriminação de sons simples quanto de sons complexos (Uwer et al., 2002, Shafer et al., 2005, Bishop et al., 2007, Pihko et al., 2008), com dificuldades substancialmente maiores na presença de ruído competitivo, sugerindo que alterações quanto à atenuação do ruído também trazem consequências importantes para o desenvolvimento fonológico normal (*Z*iegler et al., 2005).

Os estudos que envolvem a captação dos PEAs para sons complexos com ruído competitivo, demonstram respostas defasadas em relação às respostas no silêncio, principalmente quanto às características transientes do estímulo, tanto no MMN como no PEATE, sendo piores em indivíduos com alteração de aprendizagem e linguagem (Wible et al., 2002; Russo et al., 2004; Hornickel et al., 2009).

Buscando contornar as defasagens do processamento auditivo (central) – PA(C) – em diversas populações, estratégias como o treinamento auditivo formal (TAF), vem sendo largamente estudadas, uma vez que melhoram os processos de codificação e decodificação, modificando as bases neurais subjacentes a estes (Bamford, 1981; Musiek et al., 2002). A eficácia do TAF vem sendo consistentemente comprovada tanto por meio de estudos comportamentais quanto por meio dos PEAs (Tremblay et al. 1997; Musiek e Schochat, 1998; Putter-Katz et al., 2002; Schochat et al., 2010).

O estudo da relação entre o TAF e o PEATE para sons complexos demonstra respostas mais robustas e melhor sincronizadas após a estimulação auditiva, principalmente quando avaliada na presença de ruído competitivo, sugerindo que o TAF promove uma maior sincronia nos disparos neuronais, e torna a atividade neural menos suscetível aos efeitos deletérios do ruído de fundo. (King et al., 2002; Hayes et al., 2003; Russo et al., 2005).

A relação entre as respostas dos PEAs do TE e do córtex, e seu envolvimento com o desenvolvimento da linguagem, tornam essencial o estudo da representação neural de sons complexos ao nível do TE, assim

como da eficácia e dos benefícios do TAF para a percepção de sons complexos em populações com transtornos auditivos e de linguagem.

Com base no exposto acima, levanta-se a hipótese de que a realização do TAF em cabina acústica possa gerar mudanças na representação neural de sons complexos ao nível do TE, tanto em condições ideais (silêncio) quanto na presença de ruído competitivo; e que os benefícios trazidos pelo TAF sejam similares entre crianças com TPA(C) e crianças com DEL.

A partir deste estudo espera-se gerar novas informações, importantes tanto para o diagnóstico quanto para a intervenção fonoaudiológica nessas crianças, além de apresentar mais evidências de plasticidade auditiva, principalmente em níveis subcorticais.

Objetivos

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi verificar a eficácia do TAF em crianças com transtornos de audição e linguagem por meio de testes comportamentais e do PEATE para sons complexos, na presença e na ausência de ruído de fundo.

2.2. Objetivos Específicos

- Comparar as respostas comportamentais do processamento auditivo entre crianças com DT, TPA(C) e DEL, antes e depois de TAF.
- Comparar as respostas eletrofisiológicas (PEATE) para sons complexos no silêncio entre crianças com DT, TPA(C) e DEL, antes e depois de TAF.
- Comparar as respostas eletrofisiológicas (PEATE) para sons complexos na presença de ruído competitivo entre crianças com DT, TPA(C) e DEL, antes e depois de TAF.
- Comparar as respostas eletrofisiológicas (PEATE) para sons complexos no silêncio e na presença de ruído competitivo.

Revisão da Literatura

3. REVISÃO DA LITERATURA

A seguir serão apresentados alguns dos trabalhos que serviram de fundamentação teórica para este estudo. Estes trabalhos serão apresentados priorizando o encadeamento de idéias e guardando, quando possível, a ordem cronológica.

A fim de facilitar a organização do capítulo, este será dividido em três tópicos:

- Transtorno do Processamento Auditivo (Central) e Distúrbio Específico de Linguagem;
- Eletrofisiologia da percepção da fala, no silêncio e na presença de ruído;
- Treinamento auditivo e eletrofisiologia.

Vale ressaltar que se procurou respeitar as nomenclaturas utilizadas pelos autores, e quando não foram encontradas traduções adequadas para o português, manteve-se o termo na língua original.

3.1. Transtorno do Processamento Auditivo (Central) e Distúrbio Específico de Linguagem

Em 2005 a ASHA (*American Speech-Language-Hearing Association*) definiu o Processamento Auditivo (Central) – PA(C) – como o processamento da informação auditiva no Sistema Nervoso Central (SNC) e a atividade neurobiológica que subjaz este processamento.

Para Jerger e Musiek (2000), crianças que, apesar de apresentarem limiares auditivos dentro da normalidade, tem dificuldades para seguir instruções orais e entender a fala rápida e/ou degradada apresentando uma defasagem no processamento da informação auditiva, são ditas portadoras de Transtorno do Processamento Auditivo (Central) - TPA(C).

Bamiou et al. (2001) relatam que o TPA(C) tem prevalência de cerca de 7% da população infantil, e que pode ser resultado da interrupção de processos auditivos específicos, assim como de déficits mais globais que tem impacto negativo sobre o processamento da informação auditiva. Relatam ainda, que os sintomas podem ser percebidos nos primeiros anos escolares, e que o TPA(C) pode se manifestar como um déficit na localização e discriminação do som, no reconhecimento de padrões sonoros, no processamento temporal e no desempenho inferior em situações de escuta não ideal.

De acordo com Baran e Musiek (1999), o sistema nervoso auditivo central (SNAC) é redundante e complexo e, por isso, a avaliação do PA(C) exige uma bateria de testes que permita avaliar os diferentes processos da audição.

Frascá (2005) verificou a confiabilidade de alguns dos testes utilizados na avaliação do PA(C), por meio de um estudo de teste-reteste. A autora avaliou 40 indivíduos, com intervalos que variaram entre uma semana a um mês quanto aos testes de localização, memória sequencial verbal e não verbal, dois testes monóticos e dois dicóticos. Não observou diferenças significantes entre as orelhas testadas, nem entra as situações de teste e

reteste em todo o grupo, concluindo que os testes utilizados no estudo demonstraram confiabilidade por meio do teste-reteste.

Krishnamurti (2007) refere que indivíduos com alterações no PA(C) apresentam baixa redundância intrínseca, e explica as relações entre redundância extrínseca e intrínseca para o processamento dos sons. Redundância extrínseca são as características do próprio sinal, tanto acústicas quanto linguísticas, enquanto redundância intrínseca seria advinda das estruturas e da fisiologia das vias auditivas pelas quais a informação é transmitida ao SNC. Se o indivíduo apresenta baixa redundância intrínseca – como seria o caso do TPA(C) – o mesmo apresentará desempenho ruim em tarefas com baixa redundância extrínseca (p. ex. fala com ruído, fala filtrada, fala comprimida). Segundo o autor, o grau de redundância associado ao estímulo de fala exerce grande influência na inteligibilidade da mesma, e ainda refere que a realização de tarefas em situações de baixa redundância depende fortemente da resolução de frequência e de intensidade.

Bellis (2007) afirma que, embora as dificuldades auditivas sejam as queixas primárias do TPA(C), alterações podem ser observadas também com relação à linguagem, à leitura e escrita, e ao aprendizado. Estas dificuldades adicionais podem ser secundárias às alterações do PA(C), ou seja, existir como consequencia do TPA(C), ou podem ser comorbidades relacionadas a uma disfunção compartilhada por ambas as condições. A autora cita como exemplo de comorbidade com o TPA(C), entre outros, o Distúrbio Específico de Linguagem (DEL).

Benasich et al. (2002) caracterizam as crianças com DEL como sendo crianças que tem atraso significativo da linguagem, sem a presença de retardo mental, deficiência auditiva ou visual, esquizofrenia infantil, autismo ou causas neurológicas, como convulsões e paralisia. Para este autores, crianças com DEL tem extrema dificuldade em adquirir linguagem, enquanto outras habilidades cognitivas aparentam permanecer intactas.

Para Montgomery (2003), o aprendizado lexical/morfológico e os problemas de compreensão/processamento de sentenças de muitas das crianças com DEL estão associados aos seus déficits no funcionamento da memória de trabalho, sendo esta, inclusive, um possível marcador clínico para o DEL.

Nesta mesma linha, van Daal et al. (2008), encontraram fortes correlações entre fatores de linguagem e memória. Estes autores observaram que o desempenho em memória fonológica previu o desempenho em habilidades fonológicas, assim como o desempenho em a memória executiva central previu alterações em habilidades léxico-semânticas, e o desempenho para a memória visual previu alterações nas habilidades de produção da fala.

Porém, Bishop (2006) afirma que o DEL é uma categoria heterogênea, podendo variar, tanto em gravidade quanto no perfil do distúrbio, mas que, na maioria dos casos, é possível observar alterações tanto na compreensão quanto na produção da linguagem verbal. A autora ainda relata que, apesar de estar associado à hereditariedade, na maioria

dos indivíduos, o DEL tem uma base mais complexa, com a interação de fatores de risco genéticos e ambientais.

Anteriormente, em 1992, Bishop já havia discutido algumas hipóteses relacionadas ao déficit linguístico do DEL: (1) dificuldade na conversão dos conhecimentos linguísticos em sinal de fala, ou seja, alteração na expressão do conhecimento linguístico; (2) consequência de alterações na percepção auditiva, o que influenciaria o curso da aquisição da linguagem; (3) alteração isolada nos mecanismos linguísticos especializados, os quais se desenvolvem de forma a processar a linguagem; (4) defasagem generalizada no desenvolvimento de conceitos, a qual poderia afetar o processamento da linguagem; (5) estratégias de aprendizado anormais, com falha na aplicação de hipóteses; e (6) limitações na velocidade e habilidade do sistema de processamento das informações.

Relacionando os distúrbios de linguagem com alterações no PA(C), diversos estudos (Tallal e Piercy, 1973; Stark e Tallal, 1979; Tallal e Stark , 1981; Benasich e Tallal, 2002; Fitch e Tallal, 2003) consideram que crianças com distúrbios na aquisição de linguagem (*Language Learning Impairment*), como o DEL e a dislexia, tem alterações tanto na habilidade de discriminar quanto de produzir sons da fala, os quais são caracterizados por mudanças acústicas breves e rápidas. Assim, tais alterações estariam associadas a uma defasagem no processamento auditivo de sequências rápidas, afetando o desenvolvimento da habilidade de detectar e processar os padrões acústicos dinâmicos como os da fala, o que levaria, em última instância, a um déficit no processamento fonológico.

McArthur e Bishop (2004) observaram alterações importantes no desempenho para tarefas de discriminação de frequência em crianças com DEL. As autoras sugerem que o processamento das mudanças rápidas, necessárias para a discriminação de frequência, seria a área do processamento auditivo temporal mais alterada em crianças com DEL.

Hill et al. (2005) realizaram um estudo longitudinal com o objetivo de verificar se os déficits no processamento auditivo apresentados pelos indivíduos com DEL representariam um atraso na maturação ou uma alteração mais permanente, e, ainda, se estes déficits afetariam o processamento temporal, a discriminação de frequência ou ambos. Os autores testaram um grupo de 10 crianças com DEL e 12 crianças com DT, com um intervalo de 42 meses entre as avaliações. Na primeira avaliação, as crianças com DEL apresentaram limiares de discriminação de frequência significantemente maiores do que os do grupo DT. E na segunda avaliação, ambos os grupos apresentaram melhora nos limiares, porém o grupo DEL continuou apresentando respostas piores do que as do grupo DT. Para as tarefas de resolução temporal não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos para ambas as avaliações. Assim, os autores sugerem que as alterações na discriminação de frequência são os mais importantes dos déficits de processamento temporal nestes indivíduos.

Fortunato-Tavares et al. (2009) analisaram a correlação entre o Processamento Temporal (teste de padrão de frequência - TPF) e o Processamento Linguístico (Teste de Compreensão de Complexidade Sintática - TCCS) nas crianças com DEL. Avaliaram 16 crianças com DT de

linguagem e sete crianças diagnosticadas com DEL, observando correlações positivas entre os resultados do TPF e do TCCS, sendo estas correlações maiores para frases de alta complexidade sintática. Os autores concluem que o baixo desempenho no TPF pode servir como um indicativo adicional dos déficits em processamento linguístico complexo, e sugerem que novos estudos analisem o efeito do treinamento auditivo temporal de frequência no desempenho em tarefas de compreensão sintática de alta complexidade.

*Z*iegler et al. (2005) investigaram a percepção de fala por meio de estímulos do tipo Vogal-Consoante-Vogal (VCV), em condições ideais (silêncio) e em condição de ruído competitivo, em sujeitos com DEL comparados à sujeitos com desenvolvimento típico (DT). Observaram, nas crianças com DEL, dificuldades de discriminação sutis no silêncio, enquanto no ruído, estas dificuldades foram significantemente maiores. As dificuldades dos indivíduos com DEL também foram maiores para as diferenças em sonoridade, embora as respostas estivessem alteradas também para as diferenças no ponto e no modo de articulação. Os autores sugerem que as dificuldades das crianças com DEL podem ser devidas à ineficácia no mapeamento da informação acústica das características fonéticas, isto é, à ineficácia na extração e manipulação das características acústicas da fala, em particular, da sonoridade.

Segundo Bishop e McArthut (2005), há muita controvérsia acerca do papel dos déficits na percepção auditiva como causadores dos problemas de linguagem das crianças com DEL. As autoras citam que há pouca atenção aos fatores de maturação e sugerem que déficits observados em crianças

com DEL refletiriam mais um atraso na maturação do processamento auditivo do que uma anormalidade permanente. Realizaram um estudo com 16 jovens com DEL, que apresentaram limiares comportamentais de discriminação de frequência piores quanto mais jovens eles eram, e PEA inapropriado para a idade, independentemente dos limiares de discriminação de frequência. Os resultados comportamentais melhoraram na reavaliação, porém os PEAs continuaram alterados quando comparado aos seus pares de mesma idade. Para as autoras, avaliações eletrofisiológicas podem revelar a imaturidade que subjaz as alterações do processamento auditivo mesmo que o desempenho comportamental pareça normal.

Uwer et al. (2002) realizaram, em crianças com DEL, avaliação comportamental e eletrofisiológica (MMN) para a discriminação de tons puros, diferenciados quanto à frequência (1000 e 1200Hz), e de sílabas CV, diferenciadas quanto ao ponto de articulação da consoante (/da/, /ga/ e /ba/). Observaram amplitudes do MMN menores quando comparadas às crianças com DT, apenas com relação ao estímulo CV. Não observaram correlações entre as respostas comportamentais e o MMN. Os autores sugerem que, embora o processamento de tons simples pareça intacto, as crianças com DEL apresentam uma defasagem específica na discriminação de sílabas CV que diferem quanto ao ponto de articulação.

Estes achados são confirmados por Shafer et al. (2005), Bishop et al. (2007), Pihko et al. (2008) e Davids et al. (2011) que também observaram, em crianças com DEL, respostas piores e/ou atípicas em relação à de crianças com DT para avaliações comportamentais, e para o MMN

envolvendo contrastes entre sons complexos, o que sugere defasagens na percepção auditiva da fala naquelas crianças.

McArthur e Bishop (2005) concordam que uma alteração no PA(C), poderia afetar a habilidade de discriminar os sons de fala, resultando em representações neurais destes sons alteradas e/ou menos estáveis, o que, em última instância, interferiria na percepção e na produção da fala.

Essas autoras compararam as respostas comportamentais e eletrofisiológicas (N1-P2-N2) para a discriminação de estímulos verbais (vogais) e não verbais (tons puros e tons complexos não-harmônicos) de indivíduos com DT e indivíduos com DEL. Observaram, nos últimos, limiares comportamentais de discriminação piores e/ou morfologia das ondas do N1-P2-N2 alterada, para todos os estímulos testados. No entanto, observaram nas crianças com DEL, uma forte correlação positiva entre os baixos limiares de discriminação das vogais e dos tons complexos, sugerindo que o processamento alterado das vogais estaria mais relacionado ao processamento da informação espectral dos estímulos do que ao padrão fonético da vogal isoladamente.

Firszt et al. (2006) referem que estudos de neuroimagem demonstram diferenças hemisféricas para o processamento da fala, com padrões de ativação para os diferentes hemisférios de acordo com o estímulo. Para os autores, a presença de ruído afeta a contribuição dos hemisférios para o processamento do som, e que modificações nesse padrão de assimetria hemisférica pode estar presente em alterações de audição e linguagem.

Com o intuito de investigar as relações entre as alterações de linguagem e padrões atípicos de lateralização hemisférica, Whitehouse e Bishop (2008) investigaram a ativação dos hemisférios para a linguagem por meio de exames de imagem em adultos com histórico de DEL na infância, em adultos com alterações do espectro autístico e em adultos sem histórico de alterações no desenvolvimento. Observaram padrão normal de ativação hemisférica – hemisfério esquerdo respondendo para estímulos relacionados à linguagem – nos grupos com DT e autismo, enquanto no grupo com histórico de SLI, 54,5% dos indivíduos apresentaram o processamento da linguagem lateralizado para o hemisfério direito, e 27,3% apresentaram um padrão difuso de ativação, sem dominância hemisférica. Os autores sugerem que padrões atípicos de dominância hemisférica podem ser considerados como um marcador biológico de DEL persistente.

Rocha-Muniz (2011) estudou a representação e o processamento de sinais acústicos de diferentes complexidades por meio de testes comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos, e verificou respostas alteradas nos grupos de crianças com TPA(C) e com DEL em relação ao de crianças com DT, sendo que as respostas estavam piores no grupo DEL. A autora sugeriu que os resultados indicariam codificação neural anormal para diferentes características acústicas (espectrais e/ou temporais) nos grupos TPA(C) e DEL, concluindo que a representação ineficiente de componentes cruciais dos sons poderia contribuir para as dificuldades encontradas nessas crianças. Concluiu afirmando que os achados de seu estudo indicariam que

processos neurais mediados por diferentes estações na via auditiva são diferentes entre a alteração do PA(C) e de linguagem.

Basu et al. (2010) estudaram, em crianças com idades entre 4 e 11 anos diagnosticadas com DEL, os componentes do PEATE e o FFR (*frequency following response*) para varreduras tonais (partindo de frequências baixas para altas, e partindo de frequências altas para baixas), a fim de investigar a codificação de mudanças acústicas do som ao nível do Tronco Encefálico (TE). As crianças do estudo mostraram maior dificuldade em acompanhar as mudanças de frequência, particularmente quando apresentadas em velocidades maiores de estimulação. Segundo os autores, estes resultados parecem sugerir que as crianças com DEL apresentam uma falha no padrão temporal da atividade neural necessária para codificar mudanças rápidas de frequência, e uma susceptibilidade aumentada a fatores de dessincronização associados às altas taxas de estimulação.

Com relação à intervenção para as alterações de PA(C) em crianças com DEL, Stevens et al. (2008) e McArthur et al. (2008), realizaram treinamento auditivo nessas crianças, apresentando resultados similares com melhora no desempenho das habilidades auditivas de atenção seletiva e discriminação. Entretanto, os estudos discordam com relação à generalização desta melhora nas medidas de linguagem, sendo que os últimos afirmam que, embora o treinamento auditivo promova melhoras nas alterações do PA(C), ele não ajuda na aquisição das habilidades de leitura e linguagem.

3.2. Eletrofisiologia da percepção da fala, no silêncio e na presença de ruído

Para Hall (1990), Potencial Evocado Auditivo (PEA) é a atividade elétrica do sistema auditivo gerada ou produzida por sons. Os PEAs foram classificados por Picton et al. (1974), de acordo com o tempo de aparecimento das ondas, em precoces (Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico - PEATE), médios (Potencial Evocado Auditivo de Média Latência - PEAML) e tardios (Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência - PEALL).

O PEATE é um potencial precoce que ocorre entre 0 e 15 ms após a estimulação, e foi primeiro descrito por Jewett e Williston (1971). A resposta compreende uma sequência de sete picos, dos quais os picos I, III e V são os mais usados na avaliação clínica.

Hood e Berlin (1986) explicam que a resposta ao nível do TE é obtida a partir de uma descarga sincrônica de um grande número de neurônios, gerada por estímulos curtos e transientes de início rápido, como o clique, os quais geram respostas com picos de maiores amplitudes, facilitando a análise das mesmas, e, por isso, é o mais utilizado na prática clinica.

Por ter grande dependência da manipulação de estímulos, Burkard e Don (2007) referem que o PEATE torna-se uma ferramenta útil para o estudo do processamento auditivo, sendo possível utilizar diferentes estímulos, inclusive sons harmônicos complexos e de fala.

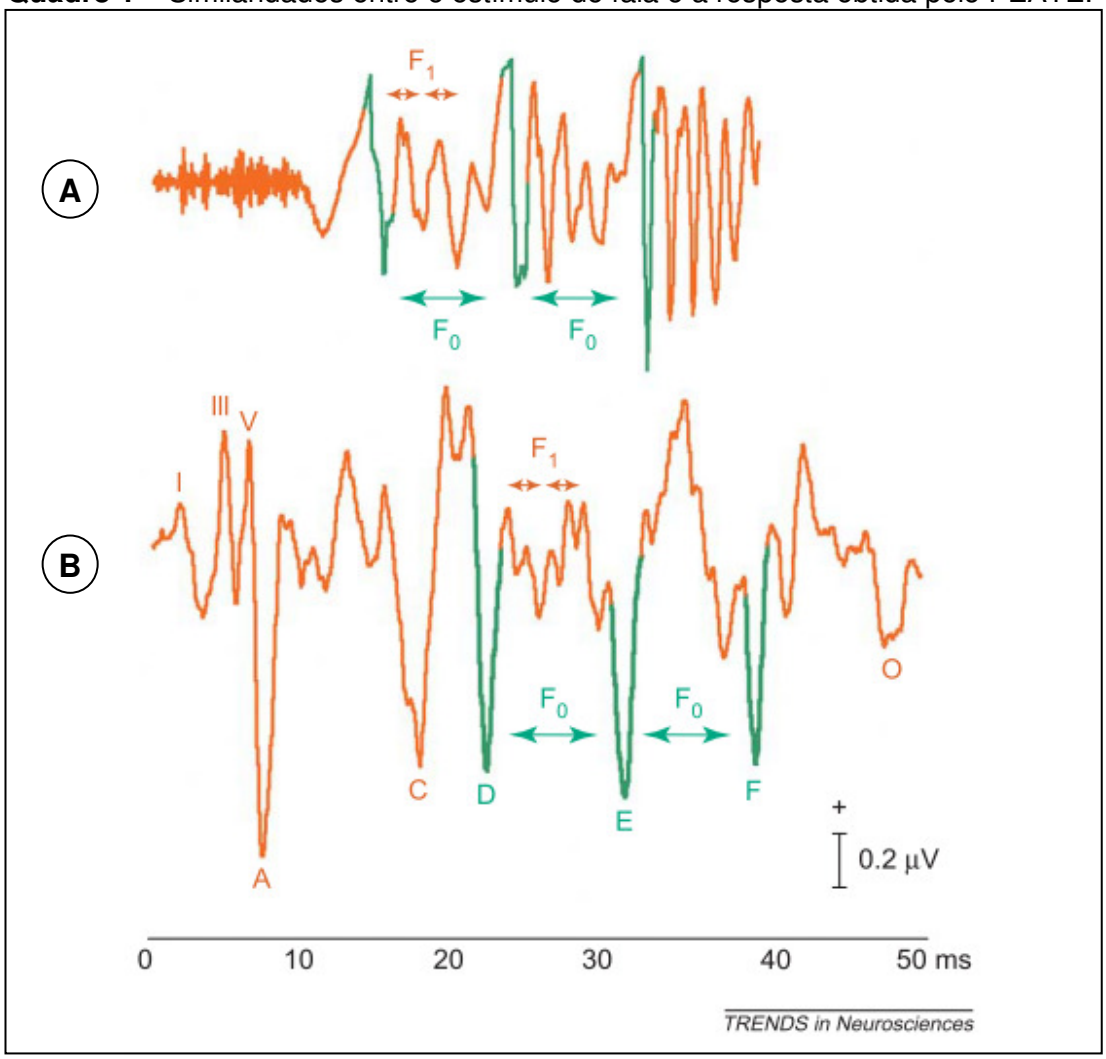
Para Kraus e Nicol (2003) e Nicol e Kraus (2004), o sinal de fala tem uma estrutura espectro-temporal complexa, composta por elementos harmonicamente ricos, que demanda do sistema auditivo, sensibilidade a

mudanças rápidas no espectro, na presença de ruídos e competição, além de ser capaz de receber e processar sons apresentados em diferentes taxas de estimulação. Portanto, para a correta decodificação desses sons, é necessária a ativação simultânea e coordenada de amplas populações de neurônios, desde a periferia do sistema auditivo até o córtex. Estas respostas coordenadas, por sua vez, podem ser medidas por meio dos PEAs, o que os torna especialmente adequados para a investigação das bases neurais que subjazem a percepção da fala.

Estudos que analisam os PEAs corticais para estímulos complexos como a fala (Cunningham et al., 2000; Kraus et al., 1999; Kraus et al., 1996; Warrier et al., 2004) tem demonstrado diferenças nas respostas entre crianças com DT e crianças com alterações de aprendizado, sendo que respostas corticais mais robustas podem ser associadas a um melhor desempenho comportamental de percepção e discriminação, e ainda, com respostas mais adequadas do TE para sons complexos (Banai et al., 2005).

Segundo Kraus e Nicol (2005) e Johnson et al. (2005), as respostas do PEATE para estímulos complexos como a fala geram informações diretas sobre como a estrutura do som da sílaba falada é codificada no sistema auditivo. Isso porque a resposta do TE reflete as características acústicas deste estímulo com precisão excepcional, tanto com relação às frequências quanto com relação à duração. O Quadro 1 demonstra essa reflexão das características do estímulo na resposta.

Quadro 1 – Similaridades entre o estímulo de fala e a resposta obtida pelo PEATE.



(A) representação (amplitude/tempo) do estímulo /da/ (B) representação (amplitude/tempo) da resposta do TE ao estímulo /da/. Retirado de Kraus N, Nicol T. Brainstem Origins for cortical 'what' and 'where' pathways in the auditory system. *TRENDS in Neurosciences* 2005. 28 (4): 176-8.

Russo et al. (2004), buscando estabelecer procedimentos confiáveis e valores normativos para quantificar a codificação dos sons da fala no TE, realizaram um estudo com 38 crianças com DT. Os autores descreveram a resposta do TE para estímulos complexos em termos de *onset* e FFR (*frequency following response*). A resposta *onset* (até 10ms) seria um processo transiente, o qual refletiria, primariamente, a codificação das mudanças temporais rápidas que são inerentes às consoantes. O FFR (entre

18 e 50ms) seria a resposta à porção sustentada do estímulo, e refletiria a estrutura harmônica e a periodicidade da estrutura sonora da vogal.

Segundo Banai et al. (2007) e Banai e Kraus (2008), a resposta *onset* é composta pelos picos I, III, V e A, os quais seriam análogos aos picos I, III, V e Vn do PEATE com clique, sendo os picos I e III originados nos níveis mais baixos do TE, e os picos V e A nos níveis mais altos do TE (lemnisco lateral ou colículo inferior). O FFR seria composto pelos picos D, E e F, com os picos ocorrendo em uma taxa equivalente a da frequência fundamental (F_0) da fonte sonora, e os picos que surgem entre estes três picos principais ocorreriam a uma taxa equivalente às frequências do primeiro formante (F_1). Finalmente, o pico C refletiria o início da sonoridade do estímulo, e o pico O representaria a resposta à finalização do estímulo.

Kraus et al. (2009), referem que, além das medidas de latência e magnitude das ondas, pode-se analisar a resposta do PEATE para sons complexos também por meio de ferramentas de processamento de sinais, como a análise de Fourier, capazes de extrair da resposta características relacionadas ao *pitch* e ao timbre do estimulo.

Johnson et al. (2008a), visando investigar o desenvolvimento da resposta do TE para sons complexos, realizaram estudo comparando essas respostas em 104 crianças com idades entre 3 e 12 anos. Enquanto as respostas do PEATE para cliques mostraram-se estáveis já nos grupos de crianças mais novas, os pesquisadores encontraram respostas do PEATE para sons complexos atrasadas e menos sincrônicas, tanto na porção transiente quanto na porção sustentada, para as crianças mais novas (3 e 4

anos) em relação às crianças mais velhas (5 a 12 anos). Os autores sugerem que a maturação da codificação da fala no TE se dá por volta dos 5 anos de idade.

Hornickel et al. (2009) analisaram as respostas para o PEATE com estímulo complexo realizado monoauralmente, tanto na orelha direita quanto na esquerda. Foram observadas latências significantemente maiores na orelha esquerda nos picos da resposta FFR (picos D, E e F), sem diferenças nos interpicos, evidenciando que as respostas simplesmente aconteceram antes na orelha direita. Os autores sugerem que a lateralização esquerda do processamento dos elementos acústicos importantes para a discriminação da fala se estende ao Tronco encefálico, e que este efeito é específico para a fala.

Song et al. (2011a) estudaram a confiabilidade de re-teste dos PEATE para estímulo complexo em jovens adultos. Demonstraram que as respostas não variam significantemente intra-indivíduos no período entre avaliações, nem quando comparados quanto às medidas temporais, quanto às de magnitude das respostas ou quanto à representação da frequência.

Ao investigar a relação das respostas do TE para sons complexos como a fala e para sons simples, Song et al. (2006) captaram o PEATE de 234 crianças entre 8 e 12 anos, com DT e com distúrbio de aprendizagem, para ambos os estímulos (sílaba sintetizada /da/ e clique). Observaram correlação moderada entre a latência da onda V do clique e a latência das ondas V e A do estímulo complexo, quando estas últimas estavam dentro da normalidade. Quando as respostas para o estímulo complexo estavam

degradadas, a correlação entre as ondas do clique e as ondas do estímulo complexo foi substancialmente reduzida. As autoras concluíram que a codificação de um estímulo breve e de amplo espectro, como o clique, é independente da codificação de estímulos mais longos, temporal e harmonicamente mais complexos. Sendo assim, as autoras sugerem que as respostas do TE para ambos os estímulos provem informações objetivas e complementares sobre a codificação do som no sistema auditivo.

Krizman et al. (2010) analisaram as respostas do PEATE com estímulo clique e com estímulo complexo para três diferentes taxas de estimulação, e observaram que, embora as respostas para o estímulo clique tenham sido semelhantes, as latências das ondas da resposta *onset* do PEATE para estímulo complexo aumentaram sistematicamente com o aumento na taxa de apresentação. Para os autores, as respostas diferentes de acordo com a taxa de estimulação sugerem o envolvimento de áreas diferentes do sistema para estas duas respostas.

Em 2002, King et al. publicaram um estudo que comparava as respostas do PEATE para sons complexos em crianças normais e em crianças com distúrbios de aprendizagem. Os autores observaram respostas para clique normais e sem diferenças entre os grupos, enquanto para o estímulo complexo (silaba sintetizada /da/) observaram respostas atrasadas do grupo com distúrbio de aprendizagem em relação ao grupo normal. Concluíram que a sincronia das respostas nos neurônios do TE, para estímulos complexos como a fala, difere entre crianças normais e algumas crianças com distúrbio de aprendizagem.

Wible et al. (2004) investigaram como o TE representa elementos dos sons da fala, em crianças com problemas de aprendizagem, comparadas com crianças com DT, estressando o sistema com altas taxas de estimulação. Encontraram respostas do interpico VA alteradas, com achatamento do *slope* (relação entre a duração e a amplitude do complexo VA). Levando em consideração que alterações na latência sugerem diferenças na velocidade de condução do estímulo, e que alterações na amplitude sugerem diferenças na sincronia da resposta dos geradores, os autores concluíram que estas diferenças tenham origem neural e central.

Johnson et al. (2008b) observaram a resposta do TE para três sílabas sintetizadas distintas (/da/, /ga/ e /ba/), as quais apresentavam pequenas diferenças espectrotemporais, em 22 sujeitos com DT. Os autores encontraram latências diferentes entre os diferentes estímulos, e concluíram que as marcas acústicas que distinguem os sons são representadas pela sincronia (*timing*) neural.

Song et al. (2008a) investigaram na resposta do PEATE para sons complexos (sílaba sintetizada /da/) as ondas I, III, V e A, em 183 crianças, sendo 90 com DT e 93 com alterações de aprendizagem. A onda I não foi observada em grande número das crianças de ambos os grupos, já a onda III estava presente na maioria das crianças, com atraso de cerca de 1,2 ms em relação à onda III do PEATE para clique, sem diferenças significantes entre os grupos. As medidas das ondas V e A estavam atrasadas em 27 sujeitos com alterações de aprendizagem, e não foram observadas correlações entre as alterações das ondas V e A com as medidas da onda

III. Para os autores, essa dissociação entre as medidas da onda III e das ondas V e A seria consistente com a hipótese de que as alterações apresentadas no PEATE teriam uma origem mais central ao núcleo coclear, e não periférica, sugerindo que as alterações na resposta do TE para estímulos complexos, em crianças com alterações de aprendizagem, tem origem na alteração da modulação corticofugal da atividade subcortical. Assim, os autores afirmam, que as medidas das ondas V e A do PEATE para estímulo complexo são essenciais na avaliação das alterações do processamento auditivo.

Filippini e Schochat (2009) estudaram as respostas do PEATE com estímulo complexo (sílaba natural /da/) em indivíduos com TPA e com DT. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas com relação ao estímulo clique, observaram respostas para o estímulo complexo com latências de ondas aumentadas, assim como algumas amplitudes diminuídas, nas respostas de indivíduos com TPA em relação ao grupo controle de indivíduos com DT. As autoras concluíram que os indivíduos com TPA apresentavam possíveis alterações quanto à sincronia e quanto à velocidade dos impulsos neurais no processamento de estímulos complexos, o que poderia levar a alterações na percepção da fala.

Russo et al. (2009) investigaram as respostas do TE para a fala em sujeitos portadores de distúrbios do espectro autístico, no silêncio e na presença de ruído. Encontraram ondas com latências atrasadas, tanto quanto à resposta *onset* quanto à resposta FFR, em ambas as condições de apresentação do estímulo. Os autores observaram fortes correlações entre

as alterações encontradas no PEATE com estímulo complexo com o desempenho cognitivo dos sujeitos, e concluíram que as alterações biológicas subcorticais podem subjazer os problemas de comunicação e socialização das crianças portadoras de distúrbios do espectro autístico.

Kraus et al. (2000) apresentaram um estudo de caso com avaliações comportamentais e eletrofisiológicas de uma paciente portadora de neuropatia auditiva (limiares auditivos normais e PEATE alterado), a qual apresentava grandes dificuldades de compreensão da fala no ruído. A paciente apresentou desempenho ruim nos testes realizados com ruído, porém obteve desempenho dentro dos limites da normalidade em todos os testes realizados no silêncio. Os autores concluíram, então, que a sincronia perfeita do oitavo nervo e do TE não parecem ser essenciais para a compreensão da fala em situações ideais de escuta, mas que a sincronia neural é essencial para a compreensão da fala na presença de ruído.

Cunningham et al. (2001) reportaram anormalidades na representação sensorial de sons complexos tanto no TE e no córtex em crianças com alterações de aprendizado, apenas quando o som foi apresentado no ruído. Segundo os autores, isto indica que estes indivíduos apresentam pouca sincronia neural para a representação de características importantes do som.

Anderson et al. (2010) compararam as respostas do PEATE com estímulo de fala entre crianças com desempenho ruim em um teste comportamental de fala no ruído, com aquelas que tiveram bom desempenho no mesmo teste. Observaram que, em condição de silêncio, as

respostas eram equivalentes, porém, na presença de ruído, o grupo com pior desempenho apresentou respostas atrasadas nos componentes do PEATE para estímulo complexo relacionados à transição dos formantes (*onset*), mas não à porção sustentada do estímulo. Os autores concluem que estes dados evidenciam que a sincronia neural é corrompida pelo ruído de fundo, e que as maiores alterações nestes indivíduos estão associadas com a inabilidade de perceber a fala em situações desafiadoras de escuta.

Anderson e Kraus (2010a) publicaram uma revisão de estudos de PEATE com estimulo complexo no silêncio e com apresentação de ruído *babble*. Afirmaram que crianças e adultos com percepção rebaixada de fala no ruído (testes HINT e QuickSIN) tem defasagens na representação espectrotemporal da fala em níveis subcorticais, incluindo as magnitudes dos espectros de baixa frequência e as latências dos picos da resposta transiente.

Parbery-Clark et al. (2011) investigaram os efeitos do ruído nas respostas subcorticais (PEATE) e corticais (complexo N1-P2) em jovens adultos. Na presença de ruído (*multi-speaker babbler*), as respostas subcorticais apresentaram latências atrasadas e menores amplitudes, demonstrando uma diminuição na precisão da codificação de sons complexos como a fala. As latências das respostas corticais também estavam atrasadas, porém com a amplitude do pico N1 apresentando uma tendência a aumentar e do pico P2 a diminuir. Foi observado também que quanto melhor a percepção da fala no ruído, mais precoces e de maior confiabilidade eram as respostas subcorticais e maior a magnitude do pico

N1. Os autores sugerem, então, um relacionamento coordenado entre os aspectos da codificação neural nos níveis corticais (pico N1) e subcorticais que se reflete diretamente na habilidade de percepção da fala no ruído.

Na tentativa de determinar quais relações funcionais podem ser observadas entre a atividade do TE e a atividade cortical, Wible et al. (2005) realizaram PEA com estímulo de fala em ambos os níveis do sistema, em crianças normais e com problemas de aprendizagem baseados na linguagem. Encontraram, nas crianças do grupo normal, forte correlação entre as respostas do TE e as respostas corticais. Já no grupo das crianças com problemas de aprendizagem não foi observada correlação significativa. Os autores concluíram que a relação comprometida entre o processamento de estímulos complexos ao nível do TE e ao nível do córtex pode ser considerada um indicador de mecanismos fisiológicos alterados, os quais podem subjazer a percepção anormal da fala e, consequentemente, comprometer o desenvolvimento das habilidades de linguagem.

Abrams et al. (2006) investigaram a correspondência entre a codificação da fala no TE e os padrões de assimetria cortical para o processamento da fala – ou seja, a preferência das áreas auditivas do hemisfério esquerdo para processamento de sinais acústicos rápidos. Realizaram PEA para estímulo complexo, ao nível do TE e ao nível cortical, em 67 crianças com DT e com alteração de aprendizagem. Observaram fortes correlações entre as latências das respostas do TE ao início (ondas V e A) e ao final (Onda O) do estímulo com as medidas de assimetria cortical. Os autores sugerem que déficits nas latências de resposta do TE para

estímulos de fala tem um impacto negativo no processamento de sinais acústicos rápidos por estruturas especializadas do córtex.

Banai et al. (2009) compararam o desempenho de 63 crianças em avaliações psicoeducacionais (habilidades de leitura e de consciência fonológica) com suas respostas do PEATE para sons complexos como a fala. Observaram um *continuum* de respostas em que os piores leitores apresentaram maiores atrasos na latência das ondas, e os melhores leitores apresentaram latências mais adiantadas das ondas. Os autores sugerem, então, que o desenvolvimento das habilidades de leitura depende da integridade dos mecanismos auditivos subcorticais (*bottom-up*) e da relação existente entre as funções cognitivas e a sintonia do TE para os sons da fala, representado pela influência que o sistema corticofugal exerce nas funções subcorticais (*top-down*).

Para Anderson e Kraus (2010b) existem interações sensório-cognitivas envolvidas no processamento da fala no ruído, caracterizadas pelo fato de que, enquanto o sistema sensorial (da cóclea ao córtex auditivo) deve extrair características do sinal ao mesmo tempo em que atenua detalhes irrelevantes, as habilidades de memória de trabalho (processamento cognitivo) são necessárias para armazenar temporariamente esta informação ao mesmo tempo em que ignora as fontes de ruído não essenciais. Portanto, os déficits periféricos prejudicam a codificação *bottom-up* das características do estímulo, e os déficits na atenção e memória prejudicam os mecanismos de codificação preditiva *top-down* que ajustam os PEATE.

3.3. Treinamento auditivo e eletrofisiologia

Segundo Chermak et al. (2007), o sistema nervoso central (SNC) é inerentemente plástico, ou seja, é capaz de se reorganizar, induzido pela experiência e estimulação, subjazendo, portanto, os processos de aprendizagem e memória. Assim, os processos de plasticidade provem a base para o desenvolvimento de abordagens para tratamento e conduta nos TPA(C).

Para Bamford (1981), o TA proporciona a reorganização dos recursos cognitivos da audição, melhorando os processos de codificação e decodificação pelo aprendizado auditivo.

Musiek e Berge (1998) definem plasticidade neural como a mudança nas células nervosas que ocorre de acordo com as influências ambientais. Os autores ainda referem que, se estas influências forem controladas e modeladas de uma forma desejada, o comportamento relacionado à plasticidade pode ser previsível.

Em uma revisão sobre a maturação do sistema auditivo, Moore e Linthicum (2007) relatam que, ainda no período embrionário, as estruturas básicas de todos os níveis do sistema já estão desenvolvidas (p.ex. orelha interna, vias auditivas, e córtex). Durante o período perinatal há a mielinização da via auditiva ao nível do TE, desde a porção proximal do nervo coclear até o tálamo. Neste período há uma rápida maturação das estruturas do TE e das respostas dos PEAs que ocorrem nos primeiros 20-25ms da atividade (ABR e ondas iniciais do PEAML). Há também a maturação de algumas projeções da formação reticular, no TE, para as

camadas mais superficiais do córtex, assim como as respostas do N2 do MMN, presumivelmente gerados por esta camada. A progressiva mielinização do córtex auditivo e maturação dos potenciais evocados corticais que ocorrem entre 25 e 100ms demoram cerca de uma década, do início ao final da infância.

Com relação à intervenção nas alterações do PA(C), Bellis (2002) sugere estratégias abrangentes que envolvam (1) modificações ambientais a fim de melhorar o ambiente acústico, aprimorando as condições de escuta e aprendizado (p. ex. minimizar o ruído competitivo ou utilizar sistemas de frequência modulada nas salas de aula); (2) utilizar estratégias metalinguísticas e metacognitivas com o objetivo de tornar o indivíduo consciente de sua própria escuta e participativo com relação à intervenção; e (3) aplicar técnicas diretas de remediação, como o treinamento auditivo (TA), o que maximiza a neuroplasticidade e melhora o desempenho auditivo;

Chermak e Musiek (2002) categorizam as abordagens do TA em formal e informal. O treinamento auditivo formal (TAF) é aplicado por um audiologista em situação controlada, utilizando estímulos acústicos específicos e precisamente controlados quanto à sua composição e apresentação por meio de computadores, audiômetros ou outros equipamentos. Já o treinamento auditivo informal (TAI) não faz uso de equipamentos de medição e controle de estímulos, e, portanto, pode ser conduzido como parte de um programa realizado em casa ou na escola, ou aplicado na clínica durante terapia fonoaudiológica.

Musiek e Schochat (1998) aplicaram um programa de TAF de 6 sessões em um adolescente de 15 anos com TPA(C). Neste programa foram realizadas tarefas de discriminação de intensidade, discriminação de frequência, treinamento temporal e treinamento de percepção de fala competitiva, além de um trabalho de estimulação realizado pela mãe no ambiente familiar. Após a intervenção, o paciente apresentou melhor desempenho nos testes da avaliação do PA(C), assim como foram relatadas melhoras pelos pais e pela escola.

Putter-Katz, et al. (2002) estudaram a eficácia do TAF em 20 crianças com idade entre 7 e 14 anos, as quais apresentaram diagnóstico de TPA(C). Foram realizadas de 13 a 15 sessões de 45 minutos por semana, nas quais foram treinadas tarefas de escuta e compreensão na presença de ruído e com estímulo competitivo verbal, e tarefas de atenção dividida. Após o TAF, todas as crianças apresentaram melhoras no desempenho nas tarefas de fala no ruído e de sentenças competitivas.

Schochat et al. (2002) investigaram a manutenção das melhoras obtidas nas habilidades auditivas após TAF. No estudo, que contou com 20 sujeitos com idades entre 8 e 24 anos, foi realizado TAF de 8 sessões semanais de 50 minutos cada, e foi observada melhora no desempenho, com manutenção desta melhora após 6 ou mais meses, em 85% dos casos, demonstrando, por meio de testes comportamentais, que o TAF é um método eficaz e que seus benefícios são duradouros.

Zalcman e Schochat (2007) estudaram a eficácia de um programa de TAF em 30 crianças com TPA(C). Observaram que houve melhora em todos

os testes aplicados para a avaliação do PA(C), com 63,33% dos sujeitos apresentando desempenho dentro da normalidade para todos os testes. As autoras sugerem que o sistema nervoso auditivo central (SNAC) de crianças pode modificar-se com o auxílio do treinamento auditivo, o que revela a plasticidade do SNAC.

Musiek et al. (2002) afirmaram que, apesar de serem tradicionalmente usados na avaliação das habilidades auditivas e dos benefícios e eficácia da intervenção, os testes comportamentais de percepção de fala são afetados por fatores como atenção, motivação e aprendizagem. Por isso, métodos objetivos, como os PEAs, tem sido utilizados na diferenciação entre indivíduos com e sem TPA, e na demonstração das mudanças fisiológicas resultantes do TA.

Uma série de estudos vem sendo realizados com o objetivo de investigar a eficácia de programas de TA nos diversos níveis do SNAC. A maioria destes estudos envolve PEAML (Schochat et al., 2010) e PEALL, como N1-P2-N2 (Tremblay e Kraus, 2002; Zalcman, 2007), MMN (Kraus et al., 1996; Tremblay et al. 1997) e P300 (Jirsa, 1992; Alonso e Schochat, 2009), e demonstram mudanças nestas respostas após TA de forma a favorecer o processamento dos sons pelo SNAC e, consequentemente, os processos de plasticidade neural do sistema.

Segundo Tzounopoulos e Kraus (2009), as mudanças ao nível do TE tem sido pouco investigadas, pois, por estarem relacionados à geração de sinais elétricos rápidos, confiáveis e consistentes, considerava-se que os neurônios ao nível do TE não estariam sujeitos à plasticidade. Porém,

segundo a revisão realizada pelos autores, novos estudos em níveis celulares, eletrofisiológicos e comportamentais, tem demonstrado que o TE é um sistema dinâmico e passível de plasticidade por diversos mecanismos em seus núcleos auditivos.

Para Chandrasekaran e Kraus (2010), os estudos relacionados às respostas do PEATE para estímulos complexos apresentam evidências sugestivas da natureza dinâmica da resposta a estímulos complexos, e que a mesma pode ser moldada pela experiência.

Estudos que analisam a resposta do PEATE para sons de diversas complexidades em músicos e não músicos (Strait et al., 2010; Parbery-Clark et al., 2009; Musacchia et al., 2008) e em falantes e estudantes de línguas estrangeiras (Krishnan e Gandour, 2009; Song et al., 2008b), sugerem que a prática e a experiência podem moldar os circuitos sensoriais, sintonizando o TE de acordo com as características acústicas com maior demanda naqueles sujeitos.

Para Strait et al. (2011) este ajuste no processamento subcortical poderia ocorrer ou por reorganização nas células nervosas do próprio TE, ou pela modulação *top-down* via tratos corticofugais, impulsionada pelo aperfeiçoamento no controle das funções de alto nível (cognitivos) sobre o processamento sensorial básico.

Hayes et al. (2003) investigaram o impacto de um programa de intervenção com estimulação da consciência fonológica, do processamento auditivo e do processamento das habilidades de linguagem por meio de jogos interativos (*Earobics*). Foram realizados PEAs para estímulos

complexos, ao nível do TE e do córtex, em 42 crianças com alterações de aprendizado, sendo que 27 realizaram o treinamento (estudo) e 15 não realizaram (controle). Não foram observadas mudanças na resposta do PEA antes e após o treinamento ao nível do TE. Entretanto, foram observadas, no grupo estudo, mudanças na resposta dos PEAs em nível cortical, tanto com a apresentação do estímulo no silêncio quanto no ruído. Os autores concluíram que o fato de o treinamento melhorar as respostas em níveis corticais mas não ao nível do TE, demonstra a independência da plasticidade em diferentes níveis do SNAC.

Para Russo et al. (2005), a plasticidade neural não é necessariamente restrita ao córtex. Com o objetivo de investigar a plasticidade ao nível do TE, os autores realizaram oito semanas de TA com o programa *Earobics* em nove crianças com distúrbios de aprendizagem. Foram avaliadas as respostas do PEATE para sons complexos no silêncio e com ruído, antes e depois do TAF, assim como respostas dos PEAs em nível cortical (P2-N2). Quanto ao PEATE para sons complexos no silêncio, não foram observadas mudanças após o treino. Porém, as correlações entre as respostas no silêncio e no ruído melhoraram após o TA. Este aumento na correlação entre as respostas no silêncio e no ruído ao nível do TE mostrou-se significativamente associado ao aumento da amplitude de P2-N2 do PEA cortical. Os autores afirmaram, então, que o TA parece melhorar as respostas do TE para os sons complexos, especificamente, tornando a codificação neural mais resistente aos efeitos deletérios do ruído.

Russo et al. (2010) avaliaram o impacto do treinamento auditivo computadorizado (*Fast ForWord*) em crianças com distúrbios do espectro autístico, por meio de avaliações eletrofisiológicas subcorticais e corticais utilizando um estímulo complexo (sílaba sintetizada /da/). Foram observadas mudanças na latência das respostas ao nível cortical em todas as crianças, e, ao nível do TE (subcortical), em cerca 60% dos sujeitos treinados.

Skoe e Kraus (2010) estudaram, em adultos normais, as respostas do PEATE para uma melodia de cinco notas em que uma nota se repetia mais frequentemente. Monitoraram esta resposta durante 1 hora e meia, e observaram que a magnitude das ondas era dependente do tempo de estimulação. Os autores sugeriram que esta é uma demonstração clara da plasticidade do sistema também em níveis subcorticais.

Song et al. (2011b) estudaram as melhoras obtidas na escuta com ruído competitivo de 28 jovens adultos, analisando a resposta do PEATE para sons complexos (sílaba sintetizada /da/) que passaram por um programa de TAF computadorizado (LACE – *Listening and Communication Enhancement*), o qual dá ênfase na compreensão de fala degradada e no qual também foram estimuladas as habilidades cognitivas e estratégias de comunicação. Observaram melhora no desempenho comportamental nos testes de fala no ruído (QuickSIN e HINT), e na resposta do PEATE para sons complexos com apresentação de ruído, relacionada aos elementos que refletem a transição dos formantes. Para os autores, estes resultados demonstram a existência de plasticidade subcortical após treinamento de curta duração, sugerindo que o programa utilizado fortalece os processos

corticais o que, por sua vez, melhora a acuidade sensorial no TE para sons apresentados com ruído competitivo, sendo consistente com as teorias que defendem a capacidade do TE de influenciar e ser influenciado por processos cognitivos superiores.

Métodos

4. MÉTODOS

O presente estudo foi 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 (FMUSP), sob o protocolo de pesquisa nº 0117/08 (Anexo A).

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP, com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

4.1. CASUÍSTICA

Foram convocadas para este estudo crianças com idades entre 7 anos e 12 anos e 11 meses, de ambos os sexos. Daquelas convocadas, 40 foram consideradas aptas a participarem do estudo, de acordo com os critérios de inclusão. Porém, por motivos variados, apenas 30 completaram todos os procedimentos propostos.

Foram considerados como critérios de inclusão comuns a todos os sujeitos do estudo, os seguintes aspectos:

- Ausência de queixas atuais de afecções do sistema auditivo;
- Apresentar avaliação audiológica básica (audiometria tonal, logoaudiometria e imitanciometria) dentro dos padrões de normalidade (padrão ANSI – 69);

- Apresentar PEATE para estímulo clique dentro dos padrões de normalidade;

Os 30 sujeitos do estudo foram divididos em quatro grupos:

A. Desenvolvimento típico – grupo DT (controle)

Fizeram parte deste grupo 7 crianças, as quais eram do convívio e/ou familiares de outros indivíduos participantes do estudo ou da própria pesquisadora, convocados para participação voluntária no mesmo. Para a inclusão neste grupo foram considerados os seguintes aspectos:

- Ausência de queixas relacionadas à aquisição de linguagem oral e/ou escrita, verificada por meio de anamnese realizada com os pais ou responsáveis;
- Avaliação comportamental do Processamento Auditivo (Central) dentro da normalidade, realizada de acordo com parâmetros que serão detalhados adiante, no item 4.3. sobre procedimentos;

B. Transtorno do Processamento Auditivo – grupo TPA

Fizeram parte deste grupo 9 crianças, as quais haviam sido avaliadas previamente no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP.

Para a inclusão neste grupo foram considerados os seguintes aspectos:

- Falhar em, pelo menos, dois dos três testes realizados para Avaliação do Processamento Auditivo (Central) neste estudo;
- Ausência de queixas relacionadas à aquisição de linguagem oral, verificada por meio de anamnese realizada com os pais ou responsáveis;

- Ausência de alterações cognitivas, psicológicas ou neurológicas evidentes e/ou diagnosticadas;

C. Distúrbio Específico de Linguagem – grupo DELa e grupo DELb

Fizeram parte deste grupo 15 crianças, as quais estavam em terapia fonoaudiológica no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Desenvolvimento de Linguagem e suas Alterações do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP durante o período do estudo. Para a inclusão neste grupo foram considerados os seguintes aspectos:

- Ter diagnóstico de Distúrbio Específico de Linguagem (DEL), realizado por um profissional fonoaudiólogo especialista, por meio de critérios de inclusão e exclusão (Bishop, 2006), a saber:

  - desempenho linguístico abaixo do esperado para idade e para o quociente de inteligência (QI) – medido por meio do Teste das Matrizes Progressivas de Raven (Raven et al., 1986) e aplicado por psicólogo especializado;

  - aspectos não linguísticos do desenvolvimento (p. ex. habilidades sociais) preservados;

  - ausência de perda auditiva, de lesões cerebrais, de anormalidade física dos órgãos fonoarticulatórios, ou de privação ambiental que justifiquem a alteração de linguagem;

Os sujeitos deste grupo foram subdivididos em dois grupos sendo que 6 destas crianças (*grupo DEL a*) realizaram TAF de oito semanas, além da terapia fonoaudiológica, e 8 delas (*grupo DEL b*), que, por alguma razão, não puderam ou não quiseram participar do programa de treinamento

auditivo e, por isso, realizaram apenas terapia fonoaudiológica. Procurou-se realizar esta subdivisão de forma aleatória, com o objetivo de eliminar a possibilidade de que mudanças encontradas nas respostas das crianças DEL sejam em função da terapia fonoaudiológica e não do TAF.

4.2. MATERIAIS

Os materiais e equipamentos utilizados na coleta dos dados deste estudo serão descritos a seguir:

1. Cabina acústica para realização da Audiometria Tonal e Logoaudiometria (ANSI S3.1-1991).

2. Otoscópio da marca *Heine* para inspeção visual do Meato Acústico Externo (MAE).

3. Analisador de orelha média da marca *Interacoustics* modelo AT235h (ANSI S3.39-1987), para a realização das medidas de Imitância Acústica. A intensidade para a avaliação do reflexo acústico ipsilateral neste equipamento, varia de 60 a 105 dBNA, para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Na avaliação do reflexo acústico contralateral, a intensidade varia de 60 a 120 dB, para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

4. Audiômetro da marca *Grason-Stadler* modelo GSI-61, cuja faixa de frequência é de 125 a 12000 Hz, e que, por via aérea, o tom puro varia de –10 a 110 dBNA, para as frequências de 125 e 12000Hz, de –10 a 115dBNA para as frequências de 250Hz e 8000 Hz; e de –10 a 120 dBNA, para as frequências de 500, 750, 2000, 3000, 4000 e 6000 Hz. Foram utilizados fones de ouvido supra-aurais modelo TDH-50. A calibração do

aparelho está de acordo com os padrões ANSI S 3.6 (1989), ANSI S 3.43 (1992), IEC 645-1 e IEC 645-2 (1992).

5. Lista de vocábulos trissílabos para a realização do Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), e lista de monossílabos para a realização do Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), propostas por Santos e Russo (1986).

6. *Compact Disc Player* da marca Philips, com saída direta para o audiômetro, para realização da avaliação do PA(C).

7. *Compact Disc* com a gravação dos testes utilizados na avaliação do PA(C) (Pereira e Schochat, 1997).

8. *Compact Disc* com a gravação do Teste de Padrão de Frequência (Auditec, 1997).

9. Equipamento Sistema Portátil – Marca *Bio-Logic* modelo Navigator Pró, e o programa *Bio-logic Auditory Evoked Potentials*, versão 6.2.0, instalado em notebook, para a realização da avaliação eletrofisiológica da audição. Foram utilizados fones de inserção da marca Biologic, modelo 580-SINSER.

10. Pasta abrasiva, para limpeza da pele do indivíduo, e pasta eletrolítica, para favorecer a captação do potencial evocado auditivo. Esparadrapo do tipo microporoso, para fixação dos eletrodos à pele.

4.3. PROCEDIMENTOS

Antes do início das avaliações, os pais ou responsáveis pelas crianças de todos os grupos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B), e responderam a uma breve anamnese

(Anexo C) com o objetivo de coletar a história clínica das crianças, na qual foram investigados os fatores de inclusão.

Em geral, todos os testes foram realizados no mesmo dia, sendo que o processo total de avaliação durou entre 1 hora e 30 minutos e 2 horas. Quando necessário, foi combinado um novo dia e horário para continuar a avaliação.

4.3.1. Avaliação audiológica básica

Todas as crianças foram submetidas à avaliação audiológica básica, cuja normalidade foi considerada um fator de inclusão no estudo. A avaliação audiológica foi composta dos seguintes procedimentos:

- Meatoscopia

A inspeção do MAE foi realizada em todas as crianças a fim de se verificar a ausência de cerúmen ou corpo estranho no mesmo.

- Medidas de imitância acústica

As medidas de imitância acústica foram compostas da timpanometria e da pesquisa dos reflexos acústicos ipsilaterais. Foi adotada como critério de inclusão a presença de curvas timpanométricas do tipo A (Jerger, 1970), e presença dos reflexos acústicos ipsilaterais para as frequências de 500, 1000 e 2000 Hz (Carvallo et al., 2000).

- Audiometria tonal limiar

A audiometria tonal foi realizada nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz. Foram considerados com limiares normais de audição e, portanto, aptos a participar da pesquisa, todos os

sujeitos que apresentaram limiares de resposta para tom puro entre 0 e 20 dBNA (ANSI 69).

- Logoaudiometria

O LRF e o IPRF deveriam estar compatíveis com os limiares audiométricos (Mangabeira-Albernaz et al., 1981), com LRF de até 10 dB acima da média dos limiares nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, e IPRF maior ou igual que 88% a 40 dB acima do LRF.

4.3.2. Avaliação comportamental do processamento auditivo

Esta bateria foi composta por um teste monótico, para avaliação da habilidade auditiva de fechamento auditivo, e um teste dicótico, para avaliação da habilidade auditiva de figura-fundo linguístico. Acrescentou-se a estes, um teste para avaliação da habilidade auditiva de ordenação temporal e transferência inter-hemisférica.

Para a avaliação dos sujeitos dos grupos DT e TPA foram utilizados os testes: Fala com ruído, Dissílabos Alternados (SSW – *Stagered Spondaic Word*) e o Teste de Padrão de Frequência (TPS) – Anexo D. Para os sujeitos dos grupos DELa e DELb, foram utilizados os testes: Identificação de figuras com ruído, Escuta dicótica com dígitos e o Teste de padrão de frequência (TPS) – Anexo E.

Esta diferença entre os grupos quanto aos testes utilizados foi necessária, pois os testes que envolviam respostas verbais complexas eram de difícil realização e análise no caso das crianças dos grupos DEL, enquanto os testes que envolviam respostas motoras ou verbais simples eram extremamente fáceis para as crianças dos grupos DT e TPA. Optou-

se, então, pela diferenciação acima citada para, assim, manter o foco do estudo na avaliação das habilidades auditivas específicas, evitando que o desempenho linguístico produzisse um erro na análise dos dados.

Os testes monóticos *Fala com ruído* e *Identificação de figuras com ruído* são testes monoaurais de baixa redundância, os quais avaliam a habilidade auditiva de fechamento auditivo (Pereira e Schochat, 1997).

O teste *Fala com ruído* é composto por uma série de 25 monossílabos apresentados a 40 dB NS, com base no LRF de cada orelha, simultaneamente a um ruído branco, apresentado com intensidade 20 dB mais baixa que dos monossílabos (S/R = +20 dB). As crianças foram instruídas a tentar ignorar o ruído e repetir as palavras em voz alta, da forma como as entendessem. Primeiro avaliou-se a orelha direita, e em seguida a orelha esquerda. A habilidade de fechamento auditivo foi considerada normal quando os sujeitos repetiram 70% ou mais palavras corretamente (Pereira e Schochat, 2011).

Seguindo os mesmos parâmetros de intensidade e competição, no teste *Identificação de figuras com ruído* são apresentados, *s*imultaneamente ao ruído branco, 10 vocábulos. A orelha direita foi a primeira a ser avaliada, seguida da orelha esquerda. As crianças foram instruídas a apontar em um cartaz (Anexo F) as figuras correspondentes às palavras ouvidas, e o desempenho foi considerado normal quando 90% ou mais vocábulos foram apontados corretamente (Pereira e Schochat, 2011).

Os testes *Dissílabos alternados* (SSW – *Staggered spondaic word*) e *Dicótico de dígitos* avaliam a habilidade de figura-fundo para sons linguísticos e integração binaural (Pereira e Schochat, 1997).

O teste SSW, o qual foi proposto por Katz (1962) e adaptado para o português por Borges (1986), é composto por 40 sequências de quatro palavras dissílabas e paroxítonas. Cada sequência é formada por quatro palavras apresentadas nas condições de orelha direita não competitiva (DNC), direita competitiva (DC), esquerda competitiva (EC) e orelha esquerda não competitiva (ENC). As sequências foram apresentadas a 50 dB NS com base no LRF de cada orelha, e foi solicitado que as crianças repetissem as quatro palavras na mesma ordem em que foram apresentadas. O Quadro 2 apresenta os critérios de normalidade adotados para este teste.

Quadro 2. Valores normativos para o teste SSW, de acordo com a idade, segundo Pereira e Schochat (2011).

	7 anos	8 anos	≥ 9 anos
DC	75%	80%	90%
EC	65%	75%	90%

Os procedimentos adotados para a realização do teste *Dicótico de dígitos* foram baseados naqueles propostos por Musiek (1983). O teste é composto por uma lista de 40 pares de dígitos elaborada por Santos e Pereira (1996). Cada par de dígitos foi apresentado simultaneamente, um em cada orelha, e foram apresentados dois pares em sequência a 50 dB NS, com base no LRF de cada orelha. As crianças foram orientadas a repetir em

voz alta os quatro números ouvidos, independentemente da ordem. O Quadro 3 apresenta os critérios de normalidade adotados para este teste:

Quadro 3. Valores normativos para o teste Dicótico de dígitos, de acordo com a idade, segundo Pereira e Schochat (2011).

	7/8 anos	9/10 anos	≥ 11 anos
DC	85%	95%	95%
EC	82%	95%	95%

Por fim, foi realizada a avaliação da habilidade de ordenação temporal e transferência interhemisférica por meio do *Teste de padrão de frequência* (TPS). O TPS utilizado neste estudo foi a versão infantil do Auditec (1997), o qual é composto de 30 sequências de três tons com intervalo interestímulo de 300 ms. Cada tom tem duração de 500 ms, e eles podem ser graves (880 Hz) ou agudos (1430 Hz). Foram apresentadas 20 sequências de forma binaural a 50 dB NS, com base no LRF da pior orelha, e as crianças foram orientadas a nomear os sons, de acordo com a ordem apresentada. O Quadro 4 apresenta os critérios de normalidade adotados:

Quadro 4. Valores normativos para o teste de Padrão de frequência, de acordo com a idade, segundo Auditec (1997).

7-8 anos	8-9 anos	9-10 anos	>10 anos
76%	91%	91%	90%

4.3.3. Avaliação eletrofisiológica

A avaliação eletrofisiológica, que teve duração média de 50 minutos, foi realizada com as crianças calmas e confortavelmente sentadas em sala acústica e eletricamente tratada. As crianças permaneceram assistindo a um desenho, apresentado em intensidade baixa, apenas com a função de

distrair as crianças e mantê-las cooperativas e alertas durante a avaliação eletrofisiológica.

Para todas as condições da avaliação eletrofisiológica os eletrodos foram fixados nas seguintes posições: eletrodo ativo (Fz) colocado na testa, 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). Procurou-se manter os valores de impedância dos eletrodos abaixo de 5 KΩ.

A avaliação eletrofisiológica foi composta pelas seguintes avaliações:

PEATE para cliques

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) para estímulo clique foi realizado a fim de se verificar a integridade da via auditiva, sendo sua normalidade um critério de inclusão no estudo. O exame foi realizado em ambas as orelhas monoauralmente apresentando-se o estímulo clique por meio de fones de inserção descartáveis.

O estímulo foi apresentado com intensidade de 80 dB nNA, a uma frequência de 13,3 estímulos por segundo, na polaridade rarefeita. Foram promediados 2000 estímulos, com janela de gravação de 10 ms, e filtros passa-alto e passa-baixo de 100 e 1500Hz, respectivamente. Uma segunda estimulação foi realizada a fim de garantir a reprodutibilidade das ondas e, então, nos traçados obtidos, foram identificadas as ondas I, III e V, assim como os interpicos I - III, I - V e III – V.

Foram considerados dentro da normalidade e, portanto, aptos a participar do estudo, os sujeitos que apresentaram as ondas e interpicos

com valores de latência (ms) de acordo com os parâmetros de normalidade propostos no manual do equipamento Navigator Pró (Quadro 5).

Quadro 5. Valores normativos do PEATE para cliques, de acordo com a orelha testada, segundo o manual do equipamento Navigator Pro.

Ondas	OD		OE	
	Média	DP	Média	DP
I	1,54	0,11	1,54	0,12
III	3,67	0,12	3,69	0,10
V	5,52	0,22	5,54	0,19
I-III	2,13	0,14	2,14	0,23
III-V	1,85	0,17	1,86	0,14
I-V	3,98	0,19	4,00	0,20

PEATE para sons complexos

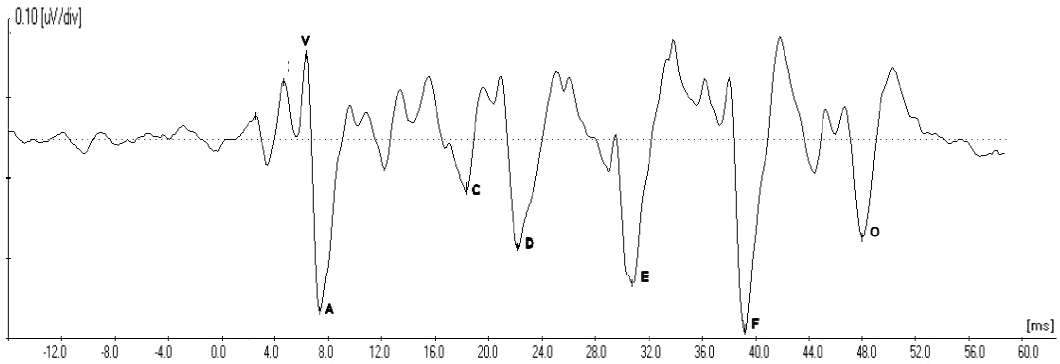
O estímulo escolhido para a realização deste estudo foi a sílaba sintetizada /da/, pois a consoante plosiva fornece informações fonéticas consideráveis, e, ainda, sua percepção é particularmente vulnerável ao ruído de fundo, tanto em populações clínicas quanto em populações com desenvolvimento típico (Russo et al., 2004). O estímulo, com 40ms de duração, foi apresentado monoauralmente na orelha direita, em polaridades alternadas, com intensidade de 80 dB NPS, a uma frequência de 10,9 estímulos por segundo. A janela de gravação foi de 74,67 ms, e os filtros passa-alto e passa-baixo foram de 100 e 2000 Hz, respectivamente. *R*ealizaram-se três varreduras de 1000 estímulos, e os traçados obtidos foram somados de forma ponderada.

O PEATE para sons complexos foi realizado em dois momentos. Inicialmente o estímulo foi apresentado sem ruído competitivo, isto é, no silêncio. Em seguida foi realizada com a apresentação simultânea de ruído branco ipsilateral com uma relação sinal/ruído de +5 dB, ou seja, com o

ruído branco apresentado a 75 dB NPS, e os mesmos procedimentos de promediação e soma ponderada foram realizados.

Nos traçados resultantes com 3000 estímulos, foram identificadas as ondas e analisados os valores de latência (ms) e as medidas de amplitude (µV) dos componentes da resposta *onset* (V, A e complexo VA), que ocorrem antes dos 10 ms, dos componentes da resposta FFR (C, D, E, F e O), as quais ocorrem entre 18 e 40 ms. A identificação das ondas foi realizada por observador experiente com modelo de onda normativo do equipamento como guia (Quadro 6).

Quadro 6 - Onda normativa da resposta do tronco encefálico para o estímulo /da/ no silêncio, oferecida pelo equipamento Navigator Pró.



	Latência	Amplitude
V	6,46	0,08
A	7,37	-0,22
C	18,32	-0,07
D	22,47	-0,14
E	30,64	-0,17

	Latência	Amplitude
F	39,19	-0,24
O	48,01	-0,12
VA	0,91	0,30
slope	0,32	

Com relação ao complexo VA (interpico V-A), foram analisadas as medidas de latência interpicos (ms), amplitude interpicos (µV) e *slope (*µV/ms). O *slope* é a relação entre a amplitude e a duração do complexo VA, e pode ser considerado um indicador temporal da sincronização dos geradores de resposta, uma vez que a duração de VA representa a progressão temporal da geração e/ou da transmissão da atividade neural,

enquanto a amplitude de VA representa a sincronia da atividade eletrofisiológica (Wible et al., 2004).

4.3.4. Treinamento Auditivo Formal

Após as avaliações iniciais, os sujeitos dos grupos TPA e DELa passaram por um programa de Treinamento Auditivo Formal (TAF), baseado no procedimento proposto por Chermak e Musiek (1992), Musiek e Chermak (1995) e validado por Musiek e Schochat (1998).

O TAF foi realizado em cabina acústica e consistiu de oito (8) sessões, registradas em protocolo específico (Anexo G), sendo uma por semana com duração de 50 minutos cada, nas quais foram estimuladas as habilidades auditivas. Ao fim de cada sessão, foram acrescidos cerca de 10 minutos para orientação aos pais sobre atividades a serem realizadas em casa (Anexo H).

A dificuldade das tarefas do TAF foi regulada de forma manual e individual para cada teste e para cada sessão, com o objetivo de manter o índice de sucesso versus erro aproximado de 70/30 por cento (Musiek e Schochat, 1998). As atividades foram planejadas de forma a evitar-se a repetição de tarefas de uma sessão para a outra, e levando-se em consideração o desempenho do indivíduo nas sessões anteriores.

As habilidades treinadas estavam relacionadas à percepção de fala competitiva, utilizando tarefas de percepção de fala degradada e em presença de ruído competitivo; treino de percepção de fala dicótica, utilizando o reconhecimento de fala em diversas condições de competição;

além do treino das habilidades temporais, com ênfase nos padrões de frequência e duração. As tarefas realizadas no TAF serão listadas a seguir:

Treinamento da habilidade de fechamento auditivo

- Identificação de sentenças com ruído branco: a criança foi instruída a apontar em um cartaz as figuras correspondentes às sentenças ouvidas (Anexo I), ignorando o ruído ipsilateral. A relação sinal/ruído variou entre 30 e -10 dB, e foi maior nas primeiras sessões, sendo diminuída nas sessões seguintes, de acordo com o desempenho do indivíduo, a fim de dificultar a tarefa.
- Fala com ruído branco: a criança foi instruída a repetir uma lista de vocábulos monossílabos sem prestar atenção no ruído ipsilateral. A relação de intensidade entre a mensagem e o ruído variou entre 30 e -10 dB, e foi maior nas primeiras sessões sendo adequada de acordo com a porcentagem de acertos do indivíduo. As listas utilizadas durante o TAF foram diferentes daquelas utilizadas na avaliação (Anexo J).
- Fala Comprimida: a criança foi instruída a repetir uma lista de vocábulos (Anexo K) da forma que os compreendesse. A princípio foram utilizados vocábulos dissílabos com 50% de compressão, e, conforme o desempenho do indivíduo, foram utilizados vocábulos dissílabos com 60 e 70% de compressão, e vocábulos monossílabos com 50, 60 e 70% de compressão (Rabelo, 2004).

Treinamento da habilidade de figura-fundo

- Identificação de vocábulos com mensagem competitiva: a criança foi instruída a apontar em um cartaz as figuras correspondentes ao vocábulo

ouvido (Anexo F), sem prestar atenção à mensagem competitiva ipsilateral. A relação sinal/ruído variou entre 20 e -20dB, e foi maior nas primeiras sessões, sendo diminuída nas sessões seguintes, de acordo com o desempenho do indivíduo, de forma a dificultar a tarefa.

Treinamento da habilidade do processamento temporal

- Padrão tonal de frequência: para a realização desta tarefa, utilizou-se o material desenvolvido por Borges (2005) – Anexo L. Num primeiro momento, a tarefa envolveu a discriminação de dois tons que se diferenciavam pela frequência (agudo e grave). As crianças foram instruídas a dizer se os "apitos" eram iguais ou diferentes. De acordo com o desempenho do indivíduo, a tarefa passou a ser a ordenação dos sons, e a criança deveria dizer qual havia sido a sequência apresentada (agudo/grave ou grave/agudo). Conforme o desempenho da criança, a tarefa foi dificultada em dois parâmetros: diminuição do intervalo inter-estímulo e aumento do número de tons em sequência.
- Padrão tonal de duração: para a realização desta tarefa, utilizou-se o material desenvolvido por Borges (2005) – Anexo L. Num primeiro momento, a tarefa envolveu a discriminação de dois tons que se diferenciavam pela duração (curto e longo). As crianças foram instruídas a dizer se os "apitos" eram iguais ou diferentes. De acordo com o desempenho do indivíduo, a tarefa passou a ser a ordenação dos sons, e a criança deveria dizer qual havia sido a sequência apresentada (curto/longo ou longo/curto). Conforme o desempenho da criança, a tarefa foi dificultada em dois parâmetros:

diminuição do intervalo inter-estímulo e aumento do número de tons em sequência.

Treinamento da habilidade de integração e separação binaural

- Escuta direcionada não verbal: a criança foi instruída a apontar em um cartaz (Anexo M) a figura correspondente ao som ouvido na orelha direita na etapa de atenção direcionada à direita, e na orelha esquerda na etapa de atenção direcionada à esquerda, ignorando o som que era apresentado simultaneamente na outra orelha. A relação de intensidade entre o som alvo e o som competitivo foi diminuída com o passar das sessões, variando entre 20 e -20 dB de acordo com a porcentagem de acertos do indivíduo.
- Escuta dicótica com dígitos: as crianças foram instruídas a repetir em voz alta dois números apresentados simultaneamente em cada orelha. Com a melhora no desempenho, passaram a ser apresentados 3 números (sendo um não competitivo e dois competitivos) e 4 números (dois pares de números competitivos). Em outro momento, foi solicitado que as crianças repetissem apenas os números apresentados na orelha direita, ou apenas os apresentados na orelha esquerda. Conforme o desempenho da criança, a tarefa foi dificultada em dois parâmetros: na quantidade de números apresentados e na relação de intensidade entre mensagem alvo e mensagem competitiva, a qual variou entre 20 e -20 dB. Esta tarefa, utilizando-se o teste dicótico de dígitos em sua forma completa (apresentação de 4 números), foi realizada apenas com as crianças do grupo TPA, uma vez que este teste não fez parte da bateria de avaliação

deste grupo. Já em sua forma modificada (apresentação de dois ou três números) foi realizado em ambos os grupos.

- Percepção de fala dicótica – SSW: num primeiro momento, foram apresentadas sequências de três palavras, por meio da omissão de uma das palavras competitivas, com o intuito de facilitar a compreensão da tarefa. Em seguida, ainda foram apresentadas sequências de três palavras, porém omitindo-se uma das palavras não-competitivas. Assim, eram apresentas uma palavra não-competitiva e duas competitivas. De acordo com a porcentagem de acertos do indivíduo, passaram a ser apresentas as quatro palavras em sequência, sendo duas não competitivas e duas competitivas. O SSW, em sua forma modificada (apresentação de três palavras, competitivas e não-competitivas) foi realizado em ambos os grupos. Em sua forma completa, como apresentada na avaliação, foi realizado apenas com alguns sujeitos do grupo DELa durante as últimas sessões, já que este teste não fez parte da bateria de avaliação deste grupo.

Assim como na avaliação, as tarefas monóticas foram realizadas a 40 dB NS, e as tarefas dicóticas e de processamento temporal foram realizados a 50 dB NS, com base no LRF de cada orelha dos sujeitos.

4.3.5. Reavaliação

Os sujeitos dos grupos TPA e DELa foram submetidos à reavaliação comportamental e eletrofisiológica um mês mais após as 8 semanas do TAF. Os grupos DT e DELb passaram novamente por todo o processo de avaliação após um período de aproximadamente 12 semanas da avaliação

inicial – tempo equivalente ao período de duração do TAF com o acréscimo de um mês.

4.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As médias da Idade nos quatro grupos foram comparadas por meio da técnica de análise de variância (Neter et al., 2005). O teste da razão de verossimilhanças (Fisher e van Belle, 1993) foi aplicado para verificar a associação entre o gênero e o grupo.

Para comparar as médias das habilidades nos testes comportamentais FA e FF nos grupos, entre orelhas e avaliações, foi aplicada a técnica de análise de variância com medidas repetidas (Neter et al., 2005). O modelo adotado tem 3 fatores: orelha e avaliação, que envolvem medidas repetidas no mesmo indivíduo, e grupo. Na análise de OT foi aplicada a mesma técnica, porém com os fatores grupo e avaliação. Para localizar diferenças entre os grupos foi aplicado o método de Tukey (Neter et al., 2005). A suposição de normalidade foi avaliada por meio da análise dos resíduos.

A técnica de análise de variância com medidas repetidas foi também aplicada para avaliar o efeito de grupo, avaliação, e condição (silêncio ou ruído) nas medidas das ondas e do complexo VA do PEATE. Para os testes de hipótese foi fixado nível de significância de 0,05, e os resultados de todas as análises de variância podem ser visualizadas no Anexo N.

Resultados

5. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos, os quais estarão organizados da seguinte forma:

- Caracterização da casuística;
- Descrição dos resultados inicial e final da avaliação comportamental;
- Descrição dos resultados inicial e final do PEATE para estímulo complexo no silêncio;
- Descrição dos resultados inicial e final do PEATE para estímulo complexo na presença de ruído;
- Comparação dos resultados do PEATE para estímulo complexo obtidos no silêncio e na presença de ruído.

Vale ressaltar que as estatísticas descritivas completas para cada medida analisada no estudo podem ser acessadas no Anexo O.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA CASUÍSTICA

Participaram do estudo 30 sujeitos, os quais, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão já mencionados, foram distribuídos em quatro grupos: Grupo Desenvolvimento Típico (DT; N=7), Grupo Transtorno do Processamento Auditivo (Central) (TPA; N=9), Grupo Distúrbio Específico de Linguagem submetido ao TAF (DELa; N=6) e, finalmente, Grupo Distúrbio Específico de Linguagem não foi submetido ao TAF (DELb; N=8).

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para a idade dos sujeitos participantes do estudo, de acordo com os grupos.

Tabela 1. Estatísticas descritivas para a idade (meses) de acordo com o grupo.

Grupo	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	7	123,71	18,099	100	123	151
TPA	9	112,78	15,92	95	111	138
DELa	6	109,67	17,386	90	107,5	137
DELb	8	109,5	17,254	90	106	144
Total	30	113,83	17,157	90	111	151

DP = Desvio Padrão

Não há diferença significante entre as médias das idades nos quatro grupos (p=0,374).

Com relação à distribuição das crianças de acordo com o gênero, na Tabela 2 é possível observar que, nos quatro grupos, a maioria das crianças é do gênero masculino, mas não há diferença significante entre as distribuições das porcentagens do gênero entre os quatro grupos (p=0,566).

Tabela 2 - Distribuições de frequências e porcentagens do gênero nos quatro grupos

Grupo	Gênero				**Total**	
	Feminino		**Masculino**			
DT	3	42,9%	4	57,1%	7	100,0%
TPA	2	22,2%	7	77,8%	9	100,0%
DELa	2	33,3%	4	66,7%	6	100,0%
DELb	1	12,5%	7	87,5%	8	100,0%
Total	8	26,7%	22	73,3%	30	100,0%

5.2. AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL DO PA(C)

5.2.1. Avaliação inicial

Com relação à porcentagem de acertos na avaliação comportamental inicial, a Tabela 3 apresenta os valores médios e de desvio padrão por grupo, por orelha e para cada habilidade avaliada.

Tabela 3 – Valores iniciais de média e desvio padrão da porcentagem de acertos na avaliação comportamental, de acordo com o grupo e a habilidade auditiva avaliada.

		DT		**TPA**		**DELa**		**DELb**	
		Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*
FA	OD	84,57	*8,77*	75,11	*8,67*	85,00	*18,71*	91,25	*9,91*
	OE	92,00	*7,30*	77,78	*9,62*	71,67	*17,22*	91,25	*9,91*
FF	OD	93,93	*4,30*	53,61	*18,29*	67,50	*14,14*	85,00	*17,73*
	OE	92,50	*6,12*	55,83	*23,12*	70,00	*10,95*	80,31	*17,19*
OT		94,29	*4,50*	47,22	*15,64*	53,33	*28,75*	60,00	*17,32*

DP = Desvio Padrão FA = Fechamento auditivo FF = Figura-fundo OT = Ordenação temporal

Para a habilidade de Fechamento auditivo (FA) os grupos DT e DELb apresentaram as maiores porcentagens de acerto, porém houve diferença significante apenas entre os grupos DELb e TPA (p=0,041).

Com relação à habilidade de Figura-fundo (FF) o grupo DT apresentou médias de acerto iniciais significantemente maiores quando comparado aos grupos TPA (p<0,001) e DELa (p=0,017), assim como o grupo DELb que apresentou respostas significantemente maiores quando comparado ao grupo TPA (p=0,001).

Já quanto à habilidade de Ordenação temporal (OT), observa-se que o grupo DT apresentou médias de acerto significantemente maiores que os outros três grupos – TPA (p<0,001), DELa (p=0,002) e DELb (p=0,005).

5.2.2. Avaliação final

Com relação à porcentagem de acertos na avaliação comportamental final, a Tabela 4 apresenta os valores médios e de desvio padrão por grupo, por orelha e para cada habilidade avaliada.

Tabela 4 – Valores iniciais de média e desvio padrão da porcentagem de acertos na avaliação comportamental, de acordo com o grupo e a habilidade auditiva avaliada.

		DT		**TPA**		**DELa**		**DELb**	
		Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*
FA	OD	90,86	*5,98*	78,67	*10,20*	96,67	*5,16*	92,50	*10,35*
	OE	92,00	*4,62*	81,33	*9,38*	88,33	*7,53*	95,00	*5,35*
FF	OD	94,29	*4,73*	68,89	*20,62*	84,17	*8,90*	84,06	*17,11*
	OE	93,21	*5,35*	66,67	*25,92*	84,58	*8,43*	82,19	*17,85*
OT		95,36	*4,19*	65,00	*18,03*	71,25	*25,39*	60,94	*17,21*

DP = Desvio Padrão FA = Fechamento auditivo FF = Figura-fundo OT = Ordenação temporal

Para a habilidade de FA, observam-se no grupo TPA valores significantemente menores quando comparado a todos os outros grupos estudados - DT (p=0,019), DELa (p=0,014) e DELb (p=0,003) - os quais apresentaram valores de acerto aproximados e sem diferenças significantes.

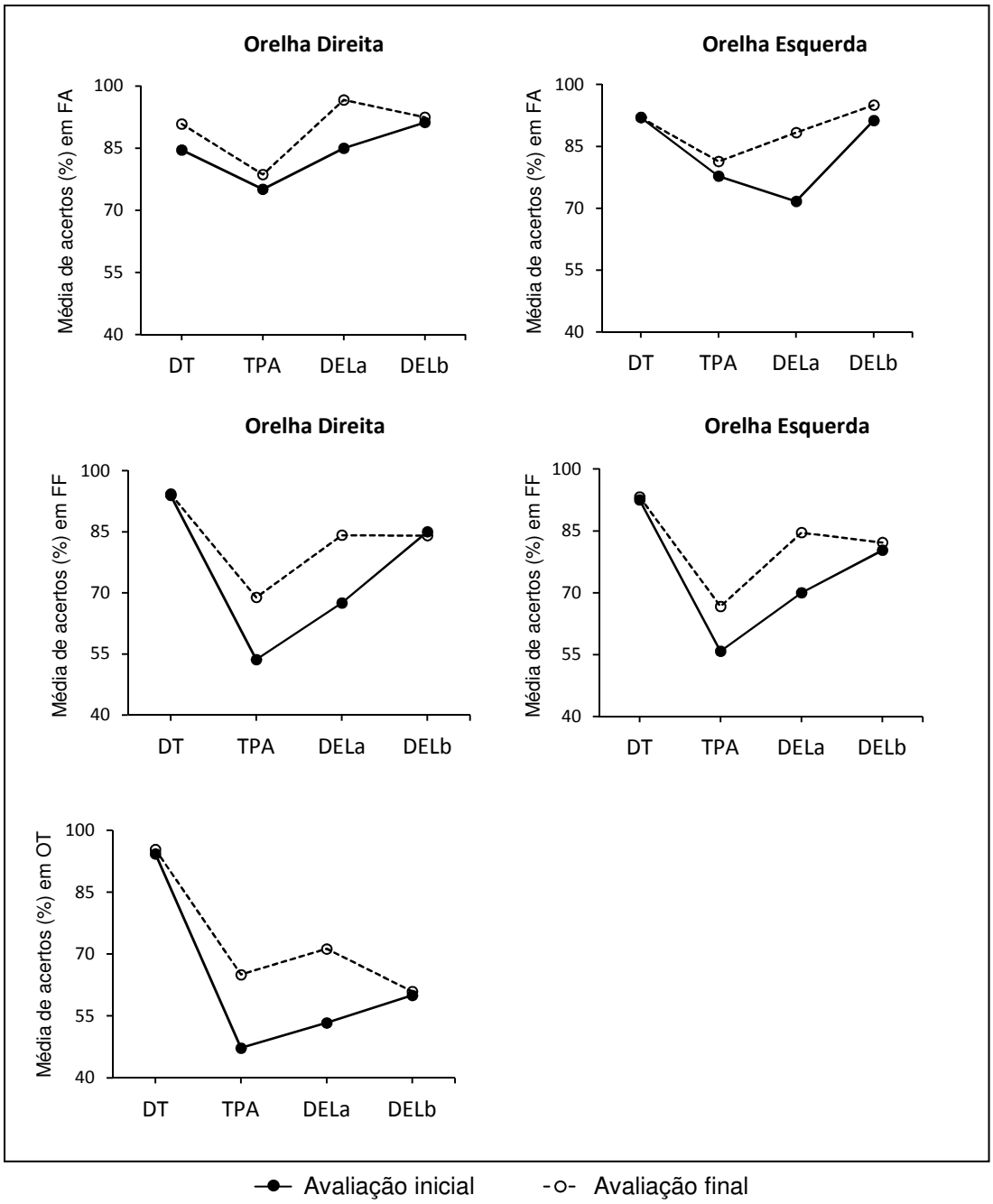
Já para a habilidade de FF os grupos DT, DELa e DELb apresentaram médias sem diferenças significantes entre si, enquanto o grupo TPA, o qual apresentou as menores médias de acerto, obteve diferença significante apenas quando comparado ao grupo DT (p=0,009).

Com relação à habilidade de OT o grupo DT, quando comparado ao grupo DELa, apresentou apenas tendência à diferença significante (p=0,089), enquanto quando comparado aos grupos TPA e DELb apresentou as maiores médias com diferença significante (p=0,010 e p=0,004, respectivamente).

5.2.3. Avaliação inicial X avaliação final

O Quadro 7 apresenta as relações entre as médias de acerto em cada habilidade auditiva avaliada e em cada um dos grupos, de acordo com a orelha e as avaliações.

Quadro 7 – Médias de acertos (%) em cada grupo para cada habilidade auditiva avaliada, de acordo com a orelha e a avaliação.



Com relação à comparação entre os valores obtidos nas avaliações inicial e final, observa-se aumento discreto nas médias de acerto da habilidade de FA, consideravelmente maior no grupo DELa, embora exista apenas uma tendência à diferença significante (p=0,099) neste grupo. O grupo DT também apresentou valores marginais (p=0,072), enquanto os

grupos TPA e DELb não apresentaram diferenças significantes entre as duas avaliações.

Para a habilidade de FF, observa-se no quadro que há um aumento nas médias de acertos entre as avaliações inicial e final nos grupos TPA e DELa, com diferença significante (p=0,026 e p=0,005, respectivamente). Já os grupos DT e DELb não apresentam mudanças significantes nas médias de acerto.

Na comparação das avaliações inicial e final quanto a habilidade de OT, observa-se aumento nas médias de acerto dos grupos TPA e DELa, com diferenças estatisticamente significantes (p=0,001 e p=0,036, respectivamente). Não há diferença entre as médias nos grupos DT e DELb.

5.2.4. Orelha Direita X Orelha Esquerda

Para os testes que avaliam a habilidade de FA o comportamento das orelhas foi diferente entre os quatro grupos (p=0,003), porém se manteve constante entre as avaliações.

No grupo DT as respostas da orelha direita foram significantemente menores que as da orelha esquerda (p=0,006) e no grupo DELa, ao contrário, as respostas da orelha esquerda foram significantemente menores que as da orelha direita (p=0,001). O grupo TPA apresentou valor marginal para a diferença entre orelhas (p=0,073; orelha direita < orelha esquerda) e o grupo DELb não apresentou diferença entre orelhas.

Já para a habilidade de FF, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas, independentemente do grupo e da avaliação, ou seja, em todos os grupos as duas orelhas se comportam

da mesma forma, e este comportamento se mantém entre as duas avaliações.

Resumo dos resultados da avaliação comportamental

- Na avaliação inicial, os grupos TPA e DELa apresentaram, de forma geral, as piores respostas;
- Os grupos TPA e DELa, após o TAF, aumentaram suas médias de acerto, com diferenças significantes entre avaliações, quanto às habilidades de Figura-fundo e Ordenação temporal. Os grupos DT e DELb não apresentaram mudanças no período entre avaliações.
- A relação entre orelhas não mudou após o TAF, sendo que a diferença apontada na habilidade de FA manteve-se nas duas avaliações.

5.3. AVALIAÇÃO DO PEATE PARA SONS COMPLEXOS NO SILÊNCIO

5.3.1. Avaliação inicial

Com relação aos valores iniciais de latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no silêncio, a Tabela 5 apresenta os valores médios e o desvio padrão de cada onda, de acordo com o grupo estudado.

Tabela 5 – Valores iniciais de média e desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no silêncio, de acordo com o grupo.

		DT		**TPA**		**DELa**		**DELb**	
		Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*
latência (ms)	V	6,53	*0,33*	6,66	*0,40*	6,64	*0,31*	6,59	*0,31*
	A	7,45	*0,30*	7,83	*0,54*	7,51	*0,27*	7,63	*0,19*
	C	18,43	*0,73*	18,46	*0,56*	18,74	*0,79*	18,89	*0,58*
	D	22,22	*0,44*	22,77	*0,69*	22,51	*0,57*	22,39	*0,24*
	E	31,04	*0,48*	31,42	*0,71*	31,45	*0,88*	30,80	*0,35*
	F	39,41	*0,55*	39,75	*0,54*	39,59	*0,97*	39,27	*0,39*
	O	48,10	*0,38*	48,21	*0,39*	47,88	*0,46*	48,13	*0,34*
amplitude (µV)	V	0,24	*0,11*	0,08	*0,04*	0,15	*0,07*	0,21	*0,10*
	A	0,40	*0,14*	0,24	*0,07*	0,25	*0,07*	0,32	*0,10*
	C	0,17	*0,05*	0,09	*0,06*	0,12	*0,06*	0,11	*0,06*
	D	0,19	*0,08*	0,20	*0,08*	0,27	*0,10*	0,28	*0,07*
	E	0,24	*0,08*	0,22	*0,05*	0,17	*0,06*	0,21	*0,07*
	F	0,32	*0,10*	0,30	*0,14*	0,20	*0,07*	0,27	*0,13*
	O	0,24	*0,14*	0,14	*0,07*	0,20	*0,10*	0,19	*0,07*
VA	LAT	0,92	*0,14*	1,17	*0,18*	0,88	*0,13*	1,02	*0,21*
	AMP	0,41	*0,15*	0,26	*0,09*	0,29	*0,07*	0,35	*0,11*
	SLOPE	0,45	*0,17*	0,22	*0,10*	0,33	*0,04*	0,35	*0,11*

DP = Desvio Padrão LAT = Latência AMP = Amplitude

Latência

Com relação à latência, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para as ondas V, A, C, D, F e O.

Foram observadas diferenças entre os grupos apenas para a onda E, sendo que o grupo DELa apresentou média da latência desta onda significantemente maior do que os grupos DT (p=0,012) e DELb (p=0,004), assim como o grupo TPA também apresentou resposta mais atrasada do que o grupo DELb (p=0,042).

Amplitude

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para a amplitude das ondas D, E, F e O.

O grupo TPA apresentou amplitudes das ondas V, A e C, significantemente menores àquelas apresentadas pelos grupos DT (onda V:

p=0,001; onda A: p=0,004; onda C: p=0,001), DELb (onda V: p=0,035; onda A: p=0,004) e DELa (onda V: p=0,039). Já o grupo DELa apresentou amplitudes significantemente menores apenas com relação à onda C, quando comparado aos grupos DT (p=0,012) e DELb (p=0,013).

Complexo VA

Não foram observadas diferenças entre os grupos para a medida de amplitude do complexo VA.

Com relação à latência e ao *slope* do complexo VA, apenas o grupo TPA apresentou diferenças significantes quando comparado aos outros grupos. Para a latência, apresentou valores maiores daqueles apresentados por todos os grupos (DT: p=0,002; DELa: p=0,001; DELb: p=0,011). Para o *slope*, apresentou os menores valores quando comparado aos grupos DT (p=0,005) e DELb (p=0,039).

5.3.2. Avaliação final

Com relação aos valores finais de latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no silêncio, a Tabela 6 apresenta os valores médios e o desvio padrão de cada onda, de acordo com o grupo estudado.

Tabela 6 – Valores finais de média e desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no silêncio, de acordo com o grupo.

		DT		**TPA**		**DELa**		**DELb**	
		Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*
latência (ms)	V	6,63	*0,24*	6,63	*0,36*	6,67	*0,44*	6,59	*0,26*
	A	7,60	*0,37*	7,71	*0,43*	7,58	*0,44*	7,48	*0,28*
	C	18,21	*0,43*	18,36	*0,26*	18,56	*0,77*	18,58	*0,59*
	D	22,45	*0,37*	22,49	*0,22*	22,22	*0,45*	22,14	*0,46*
	E	31,16	*0,44*	31,19	*0,26*	30,72	*0,57*	31,02	*0,27*
	F	39,33	*0,64*	39,61	*0,55*	39,23	*0,34*	39,37	*0,53*
	O	47,94	*0,29*	48,01	*0,62*	47,93	*0,31*	47,95	*0,59*
amplitude (µV)	V	0,17	*0,07*	0,10	*0,06*	0,11	*0,06*	0,17	*0,06*
	A	0,36	*0,06*	0,27	*0,09*	0,26	*0,09*	0,35	*0,14*
	C	0,13	*0,04*	0,10	*0,04*	0,13	*0,04*	0,11	*0,05*
	D	0,23	*0,09*	0,22	*0,10*	0,26	*0,15*	0,19	*0,10*
	E	0,17	*0,06*	0,25	*0,12*	0,23	*0,08*	0,18	*0,07*
	F	0,22	*0,06*	0,22	*0,07*	0,22	*0,12*	0,27	*0,14*
	O	0,21	*0,07*	0,17	*0,09*	0,23	*0,09*	0,18	*0,10*
VA	LAT	0,92	0,14	1,10	0,18	0,91	0,16	0,90	0,09
	AMP	0,34	0,07	0,27	0,09	0,29	0,06	0,35	0,14
	SLOPE	0,37	0,09	0,25	0,08	0,32	0,07	0,38	0,13

DP = Desvio Padrão LAT = Latência AMP = Amplitude

Latência

Para a latência das ondas na avaliação final não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para nenhuma das ondas analisadas.

Amplitude

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para a amplitude das ondas D, E, F e O.

O grupo TPA apresentou amplitudes das ondas V, A e C, significantemente menores àquelas apresentadas pelos grupos DT (V: p=0,001; A: p=0,004; C: p=0,001), DELb (V: p=0,035; A: p=0,004) e DELa (V: p=0,039). Já o grupo DELa apresentou amplitudes significantemente menores apenas com relação à onda C, quando comparado aos grupos DT (p=0,012) e DELb (p=0,013).

Complexo VA

Não foram observadas diferenças entre os grupos para a medida de amplitude do complexo VA.

Com relação à latência e ao *slope* do complexo VA, apenas o grupo TPA apresentou diferenças significantes quando comparado aos outros grupos. Para a latência, apresentou maiores valores daqueles apresentados por todos os grupos (DT: p=0,002; DELa: p=0,001; DELb: p=0,011). Para o *slope*, apresentou os menores valores quando comparado aos grupos DT (p=0,005) e DELb (p=0,039).

5.3.3. Avaliação inicial x avaliação final

Latência

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as avaliações inicial e final em nenhum dos grupos estudados para a latência das ondas V, A, C, D, F e O.

Para o grupo DELa foi apontada diferença significante entre as avaliações com relação à latência da onda E, sendo que a média final foi menor que a média inicial (p=0,049). Não houve diferenças significantes entre as avaliações nos grupos DT, TPA e DELb para a latência da onda E.

Amplitude

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as avaliações inicial e final para a amplitude de nenhuma das ondas, em todos os grupos estudados.

Complexo VA

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as avaliações inicial e final para a latência ou para a amplitude do complexo VA, em nenhum dos grupos estudados. Com relação ao *slope,* foi apontada apenas uma tendência a ocorrer diferenças estatisticamente significantes para os grupos estudados (p=0,093).

5.4. AVALIAÇÃO DO PEATE PARA SONS COMPLEXOS NO RUÍDO

5.4.1. Avaliação inicial

Com relação aos valores de latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos na presença de ruído ipsilateral, a Tabela 7 apresenta os valores médios e o desvio padrão de cada onda para a avaliação inicial, de acordo com o grupo estudado.

Tabela 7 – Valores iniciais de média e de desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no ruído, de acordo com o grupo.

		DT		**TPA**		**DELa**		**DELb**	
		Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*
latência (ms)	V	7,05	*0,97*	8,05	*0,91*	9,12	*0,76*	7,92	*0,95*
	A	8,29	*0,94*	9,30	*0,94*	10,09	*0,83*	9,07	*0,77*
	C	18,97	*1,26*	19,72	*0,96*	21,21	*1,11*	20,01	*1,33*
	D	23,43	*0,82*	24,36	*0,89*	25,30	*0,50*	23,18	*0,89*
	E	32,35	*1,41*	32,70	*0,77*	33,08	*1,12*	31,84	*0,94*
	F	40,85	*1,32*	40,77	*0,92*	41,42	*1,32*	40,26	*0,94*
	O	48,54	*0,74*	49,10	*1,25*	49,69	*0,77*	48,66	*0,72*
amplitude (µV)	V	0,10	*0,05*	0,04	*0,02*	0,06	*0,03*	0,05	*0,03*
	A	0,15	*0,08*	0,11	*0,05*	0,15	*0,05*	0,13	*0,06*
	C	0,06	*0,03*	0,05	*0,03*	0,10	*0,05*	0,08	*0,07*
	D	0,11	*0,05*	0,12	*0,05*	0,12	*0,04*	0,14	*0,09*
	E	0,11	*0,06*	0,10	*0,04*	0,11	*0,03*	0,11	*0,07*
	F	0,10	*0,05*	0,13	*0,05*	0,16	*0,05*	0,12	*0,10*
	O	0,13	*0,06*	0,10	*0,07*	0,13	*0,02*	0,12	*0,08*
VA	LAT	1,23	0,30	1,17	0,43	0,97	0,34	1,15	0,40
	AMP	0,15	0,08	0,10	0,04	0,15	0,05	0,13	0,06
	SLOPE	0,12	0,05	0,10	0,06	0,16	0,05	0,12	0,05

DP = Desvio Padrão LAT = Latência AMP = Amplitude

Latência

Com relação à latência das ondas no ruído não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos apenas com relação à onda F, para a qual foi obtido um p valor marginal (0,075).

Já para as outras ondas, o grupo DELa apresentou latências significantemente atrasadas quanto comparado ao grupo DT (ondas V e A: p=0,001; onda C: p=0,010; onda D: p<0,001; onda E: p=0,012; onda O: p=0,006) e ao grupo DELb (onda V: p=0,049; onda D: p<0,001; onda E: p=0,004; onda O: p=0,023). Para a onda V, o grupo DELa apresentou um p valor marginal quando comparado ao grupo TPA (p=0,074).

O grupo TPA também apresentou latências atrasadas, com diferenças estatisticamente significantes, quando comparado ao grupo DT (onda D: p=0,001) e ao grupo DELb (onda D: p=0,001; onda E: p=0,042).

Amplitude

Não foram observadas diferenças entre o grupos estudados, para a amplitudes de das ondas V, C, D, E, F e O. Para a onda A foi apontada uma forte tendência à diferença estatisticamente significante (p=0,055).

Complexo VA

Não foram apontadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para nenhuma das medidas do complexo VA no ruído.

5.4.2. Avaliação final

Com relação aos valores de latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos na presença de ruído

ipsilateral, a Tabela 8 apresenta os valores médios e o desvio padrão de cada onda para a avaliação final, de acordo com o grupo estudado.

Tabela 8 – Valores finais de média e de desvio padrão da latência, amplitude e medidas do complexo VA do PEATE para sons complexos no ruído, de acordo com o grupo.

		DT		**TPA**		**DELa**		**DELb**	
		Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*	Média	*DP*
latência (ms)	V	6,83	*0,69*	7,86	*1,1*	7,95	*0,84*	7,54	*0,34*
	A	8,13	*0,79*	8,75	*1,03*	9,07	*0,87*	8,72	*0,31*
	C	18,47	*0,64*	19,53	*0,62*	19,17	*0,7*	19,76	*1,26*
	D	23,43	*1,12*	23,8	*0,9*	24,23	*0,78*	23,73	*0,61*
	E	32,41	*1,05*	32,18	*0,92*	32,47	*1,84*	32,1	*1,24*
	F	40,66	*1,39*	40,35	*0,7*	41,16	*1,62*	40,29	*1,22*
	O	48,46	*0,65*	49,26	*1,04*	49,58	*1,35*	48,86	*1,35*
amplitude (µV)	V	0,08	*0,04*	0,05	*0,05*	0,05	*0,04*	0,05	*0,06*
	A	0,15	*0,05*	0,12	*0,04*	0,17	*0,07*	0,12	*0,05*
	C	0,09	*0,03*	0,08	*0,05*	0,12	*0,05*	0,07	*0,02*
	D	0,14	*0,03*	0,11	*0,08*	0,20	*0,15*	0,12	*0,04*
	E	0,14	*0,05*	0,10	*0,06*	0,16	*0,06*	0,13	*0,07*
	F	0,11	*0,07*	0,11	*0,04*	0,13	*0,07*	0,12	*0,04*
	O	0,08	*0,03*	0,10	*0,06*	0,09	*0,04*	0,09	*0,03*
VA	LAT	0,92	0,14	1,10	0,18	0,91	0,16	0,90	0,09
	AMP	0,34	0,07	0,27	0,09	0,29	0,06	0,35	0,14
	SLOPE	0,37	0,09	0,25	0,08	0,32	0,07	0,38	0,13

DP = Desvio Padrão LAT = Latência AMP = Amplitude

Latência

Com relação à latência final das ondas no ruído, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para as ondas V, C, E e F. Para a onda D uma forte tendência à diferença significante foi obtida entre os grupos DT e TPA (p=0,058).

O grupo DELa apresentou média das latências significantemente maior do que o grupo DT, para as ondas A (p=0,001) e O (p=0,006), e significantemente maior do que o grupo DELb para a onda O (p=0,023).

Amplitude

Não foram observadas diferenças entre o grupos estudados, para a amplitudes de das ondas V, C, D, E, F e O. Para a onda A foi apontada uma forte tendência à diferença estatisticamente significante (p=0,055).

Complexo VA

Não foram apontadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para nenhuma das medidas do complexo VA no ruído.

5.4.3. Avaliação inicial x avaliação final

Latência

Com relação à latência das ondas, foram observadas diferenças entre as avaliações inicial e final em ambos os grupos que foram submetidos ao TAF.

O grupo TPA apresentou latências significantemente menores na avaliação final em relação à inicial para as ondas V e D (p=0,027 e p=0,023, respectivamente). Já o grupo DELa apresentou latências significantemente menores na avaliação final em relação à inicial para as ondas V (p=0,039), C (p=0,003), D (p=0,003) e E (p=0,049).

Não houve diferença significante entre as médias da latência nas duas avaliações, qualquer que seja o grupo, para as ondas F e O.

Amplitude

Não houve diferença significante entre as médias da amplitude nas duas avaliações, qualquer que seja o grupo, para todas as ondas.

Complexo VA

Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as avaliações inicial e final para a latência ou para a amplitude do complexo VA, em nenhum dos grupos estudados. Com relação ao *slope* foi apontada apenas uma tendência a ocorrer diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados (p=0,093).

5.5. PEATE NO SILÊNCIO X PEATE NA PRESENÇA DE RUÍDO

Latência

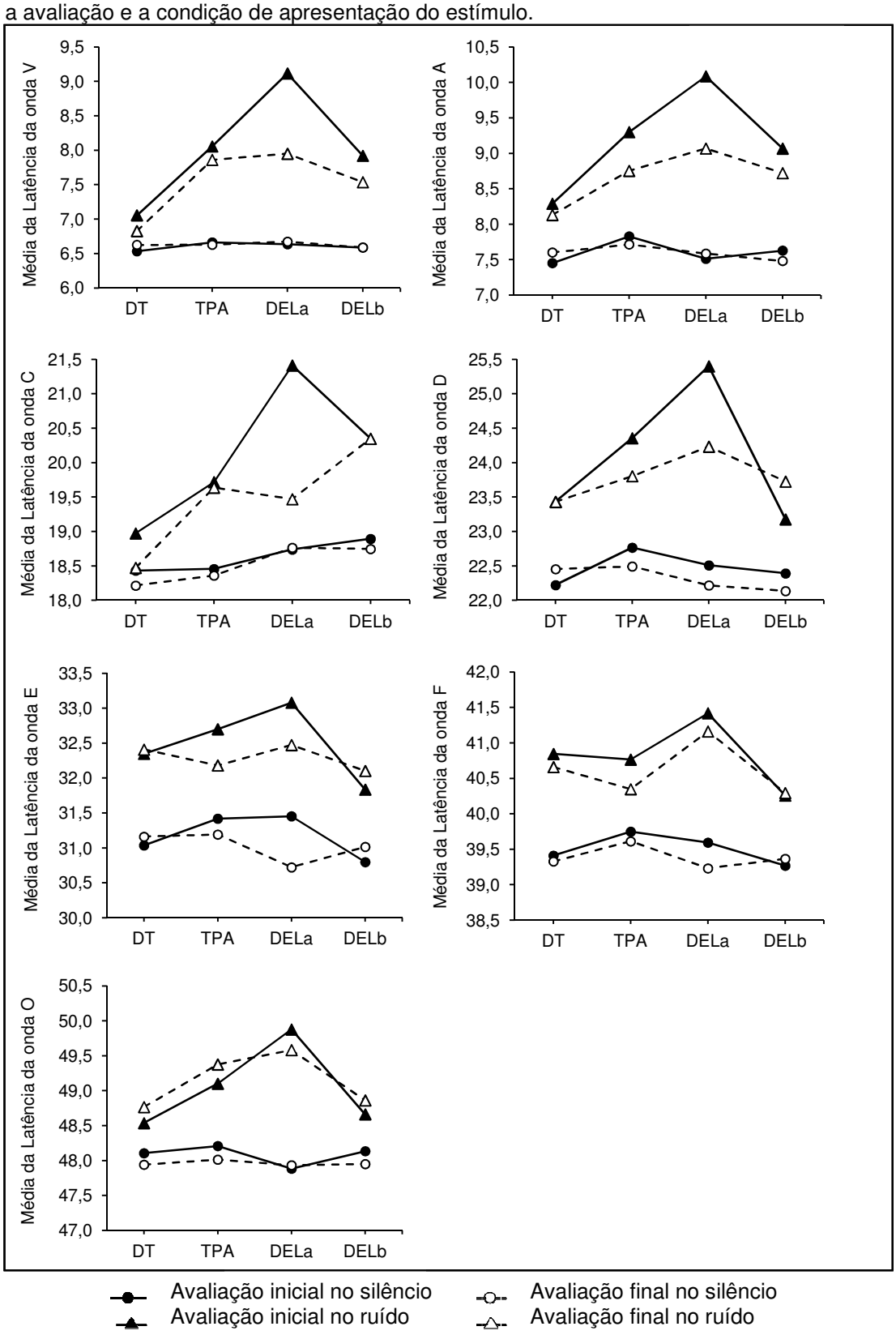
De modo geral, observou-se que a adição de ruído ipsilateral na avaliação do PEATE para sons complexos influencia as respostas aumentando a latência das ondas. Exceto pelas ondas C e O, foram apontadas diferenças significantes entre as latências das respostas apresentadas no silêncio e no ruído para todos os grupos e em ambas as avaliações.

Para a onda C, as respostas obtidas no silêncio foram melhores do que aquelas obtidas na presença de ruído para todos os grupos, porém não foram apontadas diferenças significantes entre as condições de apresentação do estímulo para o grupo DT, em ambas as avaliações (inicial: p=0,137; final: p=0,394), e para o grupo DELa, na avaliação final (p=0,218).

Já para a onda O, foram observadas fortes tendências à diferença estatística para os grupos DT (p=0,059 em ambas as avaliações) e DELb (p=0,050 em ambas as avaliações.

No Quadro 8, observa-se que o grupo DELa apresentou as maiores diferenças entre as respostas no silêncio e no ruído, principalmente com relação à avaliação inicial. Observa-se também que estas diferenças entre as respostas no silêncio e no ruído no grupo DELa, diminuem consideravelmente na avaliação final, enquanto nos outros grupos não existe variação ou esta não é tão significativa.

Quadro 8 – Médias das latências (ms) das ondas do PEATE em cada grupo, de acordo com a avaliação e a condição de apresentação do estímulo.



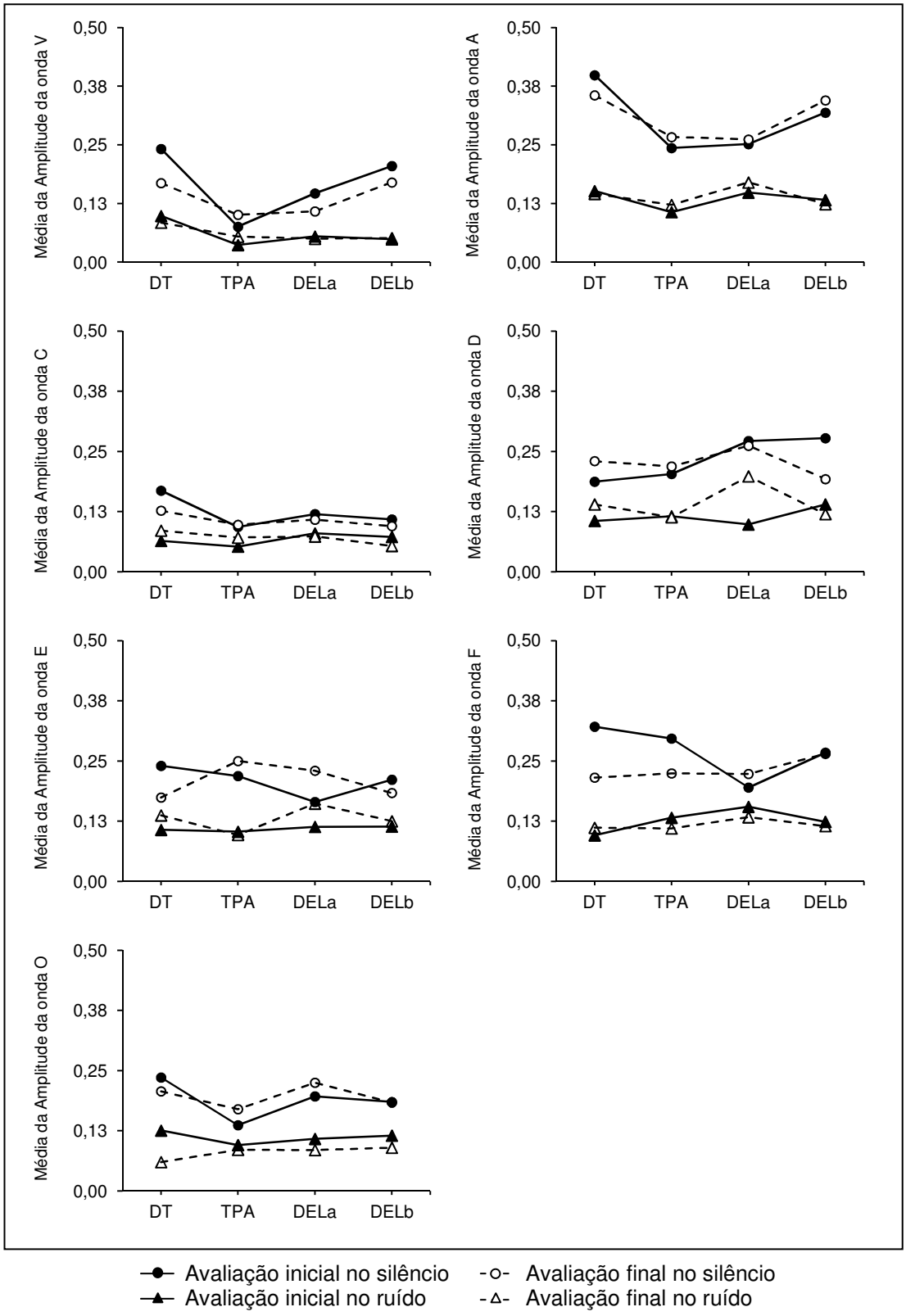
Amplitude

De modo geral, observou-se que a adição de ruído ipsilateral na avaliação do PEATE para sons complexos influencia as respostas diminuindo a amplitude das ondas. Foram apontadas diferenças significantes entre as amplitudes apresentadas no silêncio e no ruído, em todas as ondas.

O Quadro 9 apresenta as médias das amplitudes em cada onda do PEATE para cada um dos grupos, de acordo com as avaliações e condições de apresentação do estímulo.

Não pode ser observado, para a diferença entre as respostas no silêncio e no ruído, um comportamento padrão para nenhum grupo, apenas que há pouca variação entre as avaliações e que há uma tendência ao equilíbrio entre os grupos nas avaliações finais.

Quadro 9 – Médias das amplitudes (µV) das ondas do PEATE em cada grupo, de acordo com a avaliação e a condição de apresentação do estímulo.



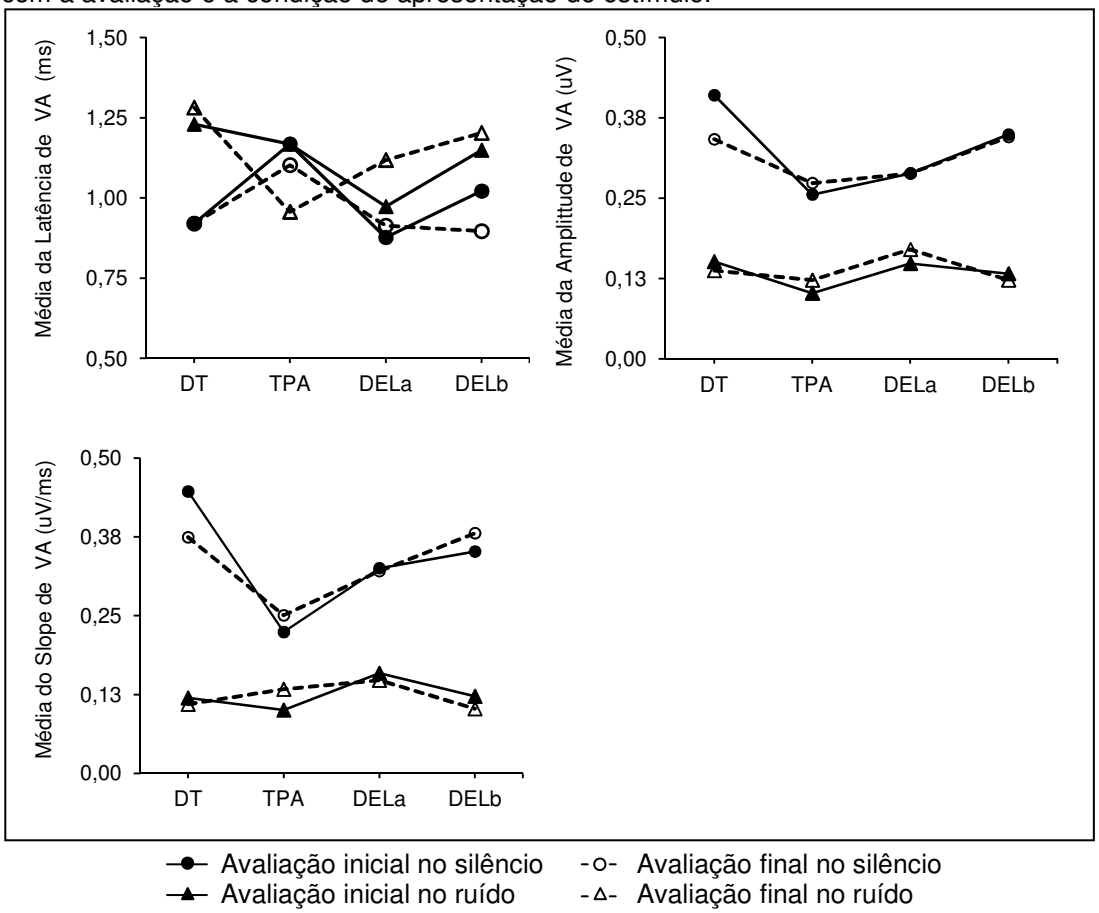
Complexo VA

Para a medida de latência do complexo VA, com relação à comparação entre as condições de apresentação do estímulo, não há diferenças significantes entre as respostas no silêncio e no ruído para os grupos TPA (p=0,500) e DELa (p=0,294), porém, nos demais grupos, as médias no silêncio foram menores que no ruído (DT: p=0,033; DELb: p=0,018).

Já para as medidas de amplitude e *slope*, as respostas no ruído são significativamente menores que no silêncio, em todos os grupos e avaliações.

O Quadro 10 apresenta as médias das medidas do complexo VA em cada onda do PEATE para cada um dos grupos, de acordo com as avaliações e condições de apresentação do estímulo. Observa-se uma grande variabilidade nas respostas para a medida de latência.

Quadro 10 – Médias das medidas do complexo VA do PEATE em cada grupo, de acordo com a avaliação e a condição de apresentação do estímulo.



Resumo dos resultados do PEATE para sons complexos

Latência

- Respostas na avaliação inicial, no silêncio, semelhantes entre os grupos; exceto para a onda E, na qual o grupo DELa apresentou respostas significantemente maiores em relação aos outros grupos;
- No ruído, os grupos DT e DELa apresentaram, respectivamente, as melhores e as piores respostas;
- Todos os grupos foram afetados negativamente pela adição de ruído (aumento nas latências das ondas).
- No período entre avaliações não houve mudança nas respostas no silêncio, enquanto no ruído os grupos que passaram por TAF, principalmente o grupo DELa, apresentaram redução nas latências das ondas, maior nas ondas mais precoces (V, A e C);
- De maneira geral, há uma tendência ao equilíbrio nos valores das latências entre os grupos após a intervenção.

Amplitude

- O grupo DT apresenta, em ambas as avaliações, as maiores amplitudes, porém esta diferença só chega a ser significante nas ondas mais precoces - ondas V, A e C, no silêncio, e ondas V e A, no ruído.
- Não há mudanças significantes nas respostas entre as avaliações em nenhum dos grupos, em ambas as condições de apresentação do estímulo.
- A adição de ruído influencia as respostas negativamente, diminuindo as amplitudes das ondas, porém, afetando todos os grupos da mesma forma.

Complexo VA

- Não houve mudanças significativas no período entre avaliações em nenhuma das medidas do complexo VA.
- De modo geral, o grupo DT e o grupo TPA apresentam as melhores e piores respostas, respectivamente, em todas as medidas do complexo VA.
- O ruído parece não afetar a medida da latência do complexo VA nos grupos TPA e DELa, porém, nas outras medidas, afeta todos os grupos negativamente e de forma semelhante.

Discussão

6. DISCUSSÃO

Neste capítulo será realizada uma análise crítica dos resultados obtidos no estudo, com base na literatura revisada.

A discussão será organizada sob os mesmos critérios da apresentação dos resultados, ou seja, características da amostra e desempenho nas avaliações comportamental e eletrofisiológica.

6.1. AMOSTRA

Como referido no capítulo de métodos (p. 41), o número original de sujeitos participantes do estudo (40) não se manteve, em função das dificuldades variadas dos pais e responsáveis pelos indivíduos em aderir ao estudo e participar de todas as etapas propostas. Assim, as análises apresentadas incluíram os 30 sujeitos que realizaram todos os procedimentos e etapas do estudo, divididos, de forma equilibrada, nos quatro grupos estudados. Vale lembrar que, para os grupos DEL, esta divisão foi realizada de forma aleatória, embora um efeito da gravidade do quadro de linguagem possa ter interferido, uma vez que os pais e/ou responsáveis pelas crianças com maiores dificuldades tiveram maior interesse em participar do TAF.

Para este estudo, as análises de variância podem ter sido influenciadas pelo tamanho reduzido dos grupos. Porém, esta influência pesa mais nos casos em que não houve diferenças estatisticamente significantes, pois nestes não podemos afirmar se o tamanho amostral não

foi suficiente para apontar diferenças importantes entre as variáveis analisadas, ou se, de fato, não existe diferença significante entre elas (Paes, 1998).

Deve-se levar em conta que a significância estatística de um estudo não é o mesmo que sua importância clínica e científica. Podem-se obter diferenças estatisticamente significantes para comparações as quais, na verdade, não geram nenhuma diferença prática entre as amostras, e vice versa (Motta, 2006). Para este estudo, mesmo com amostras reduzidas, foram demonstradas relações importantes para o diagnóstico e intervenção de indivíduos com alterações de audição e linguagem.

Os grupos não apresentaram diferenças quanto à idade (Tabela 1) ou quanto ao gênero (Tabela 2), embora, uma das características mais evidentes com relação à amostra desse estudo, é que ela foi composta por uma maioria de meninos. Isto pode estar relacionado ao fato de que se observa, em indivíduos do sexo masculino, maior propensão a apresentar alterações de linguagem (Bishop, 1987). Apesar desta diferença de gêneros, o número de meninas e meninos entre os grupos foi equilibrado, não podendo ser esta a justificativa para quaisquer diferenças entre grupos.

6.2. AVALIAÇÃO COMPORTAMENTAL DO PA(C)

Fechamento Auditivo

Com relação à habilidade de Fechamento Auditivo (FA), observou-se que o grupo TPA apresentou respostas piores, com diferença

estatisticamente significante, quando comparado ao grupo DELb em ambas as avaliações (Tabela 3 e Tabela 4), e quando comparado aos grupos DT e DELa na avaliação final (Tabela 4). Esta diferença na avaliação final surgiu, pois os grupos DT e DELa apresentaram um pequeno aumento (sem diferença estatisticamente significante) nas porcentagens de acerto.

Os testes aplicados para a avaliação do FA são testes de baixa redundância, ou seja, o indivíduo não tem o apoio contextual para discriminar os sons alvos, dependendo inteiramente da análise acústica realizada nos níveis mais baixos do sistema. Portanto, qualquer alteração nos processos envolvidos neste teste, pode representar uma alteração nos processos subcorticais de análise dos sinais acústicos.

O desempenho pior do grupo TPA pode estar relacionado ao fato de que o teste aplicado nestes indivíduos (Fala com ruído), por exigir a repetição de palavras, envolve pouca resolução *top-down*, necessitando maior integridade dos processos *bottom-up*, os quais são exclusivamente auditivos.

Outra forma de explicar este desempenho pior do grupo TPA pode estar relacionado, não com as alterações dos indivíduos deste grupo, mas sim com o melhor desempenho dos indivíduos dos grupos DEL.

Com o intuito de evitarmos a influência das alterações de linguagem dos grupos DEL no desempenho comportamental auditivo destes indivíduos, utilizou-se o teste “Identificação de figuras com ruído” para a avaliação da habilidade de FA nestes sujeitos. Neste teste as crianças deveriam apenas apontar os monossílabos apresentados no ruído, enquanto para os grupos

DT e TPA, como acima referido, os indivíduos deveriam repetir verbalmente as palavras ouvidas. Por ser um teste fechado, no qual as únicas respostas possíveis já são conhecidas do indivíduo (pôster com as figuras representativas dos vocábulos), e por ter uma dependência menor de fatores como memória (Krishnamurti, 2007), o teste “Identificação de figuras com ruído” pode ser considerado um teste mais fácil. Inclusive, para que o desempenho do indivíduo seja considerado normal, o mesmo deve acertar praticamente todas as palavras apresentadas, enquanto na tarefa apresentada aos grupos DT e TPA, há a possibilidade da criança cometer cinco ou seis erros, e a resposta ainda será considerada normal (Pereira e Schochat, 2011). Assim, o melhor desempenho dos indivíduos dos grupos DEL pode, na verdade, estar mais associado com este nível de dificuldade no teste, do que ao melhor desempenho destas crianças para a habilidade de FA.

Embora não fosse o objetivo do estudo, não podemos deixar de comentar a diferença significante entre orelhas apresentada nas avaliações da habilidade de FA. Tipicamente, não são encontradas diferenças entre o desempenho das orelhas nos testes de fala com ruído, e isto tem explicação no fato de que testes monoaurais de baixa redundância não são afetados pelo envolvimento interhemisférico (Krishnamurti, 2007), isto é, não há a passagem de informações de um hemisfério para o outro via corpo caloso, sendo que apenas a via auditiva estimulada está sendo avaliada.

Assim, podemos explicar a diferença encontrada entre orelhas no grupo DT (e a tendência a esta diferença no grupo TPA) com base num

efeito de aprendizagem do teste. Ou seja, por começarmos o teste, invariavelmente, pela orelha direita, as crianças cometem mais erros, pois ainda estão aprendendo a tarefa, e por este motivo, a porcentagem de acertos considerada normal no teste “Fala com ruído” é menor na primeira orelha testada (Pereira e Schochat, 2011).

Porém, para os grupos DEL, os quais realizaram o teste “Identificação de figura com ruído”, esta explicação não pode ser aplicada. Krishnamurti (2007) refere que os primeiros estudos de fala com ruído apontavam pior desempenho na orelha contralateral ao hemisfério cortical com lesões. Se levássemos em conta que os hemisférios corticais humano se comportam de forma diferente de acordo com as características do estímulo – maior ativação do hemisfério esquerdo para variações temporais no som; maior ativação do hemisfério direito para variações espectrais e de frequência (Firszt et al. 2006) – esperaríamos nos indivíduos DEL respostas piores na orelha direita, por causa de suas dificuldades com o processamento de informações acústicas rápidas (Tallal e Piercy, 1973 Benasich e Tallal, 2002; Fitch e Tallal, 2003). Entretanto, as piores respostas observadas na orelha esquerda, sugeririam uma alteração hemisférica direita. Whitehouse e Bishop (2008) observaram que indivíduos com DEL podem apresentar uma inversão nos padrões de assimetria hemisférica, com o hemisfério direito respondendo para os sons complexos. Se este fosse o caso, poderia justificar as respostas piores na orelha esquerda.

Outros estudos, com tamanho amostral maior, devem ser realizados com o intuito de investigar com mais detalhes as diferenças entre orelhas para os testes de percepção da fala no ruído nesta população.

Figura-Fundo

Na avaliação inicial da habilidade de Figura-fundo (FF; Tabela 3), o grupo DT apresentou respostas significantemente maiores quando comparado aos grupos TPA e DELa, assim como o grupo DELb apresentou respostas significantemente maiores quando comparado ao grupo TPA. Na avaliação final (Tabela 4), observou-se aumento significante nas respostas dos grupos TPA e DELa, porém o grupo TPA continuou apresentando respostas significantemente menores do que do grupo DT.

Os testes dicóticos, na forma como foram aplicados neste estudo, avaliam a integração binaural, e são testes muito sensíveis na detecção das disfunções do PA(C) e de lesões do sistema nervoso central, sendo que as alterações em seu desempenho podem indicar déficits na função cortical hemisférica, na transferência interhemisférica da informação, e no desenvolvimento e maturação do sistema auditivo (Keith e Anderson, 2007).

Para a habilidade de FF, o grupo TPA também apresentou respostas piores do que aquelas apresentadas pelos grupos DEL (significante apenas comparado ao grupo DELb), e, mais uma vez, essa diferença pode ser explicada pela opção de utilizarmos testes que não fossem muito dependentes do desempenho linguístico destes indivíduos.

O teste Dicótico de dígitos, aplicado nos grupos DEL, envolve a repetição de números, enquanto no teste SSW, aplicado nos grupos DT e

TPA, os indivíduos devem repetir uma sequência de palavras dissílabas. Uma vez que se pressupõe que crianças com sete anos de idade já estão familiarizadas com os números (o que é também confirmado antes da realização do teste), podemos afirmar que há um alto grau de previsibilidade contextual que facilita a percepção dos sons apresentados. No teste SSW, esta previsibilidade é diminuída consideravelmente, uma vez que não há um conhecimento prévio do material utilizado, por parte dos indivíduos testados. Portanto, estes são obrigados a apoiar-se quase que exclusivamente na informação auditiva recebida e no próprio desenvolvimento e extensão vocabular para a codificação da mesma. Além disso, no SSW, as palavras devem ser repetidas na mesma ordem em que foram apresentadas, sendo, assim, dependente, não só da memória, como também da habilidade de sequencialização auditiva.

Assim, na avaliação da habilidade de FF, a tarefa solicitada aos indivíduos dos grupos DEL também pode ser considerada mais fácil do que aquela solicitada ao grupo TPA, justificando as melhores respostas naqueles grupos, embora, nesse caso, ambos os grupos DEL já não apresentem médias consideradas dentro da normalidade (Pereira e Schochat, 2011), o que, a nosso ver, seria indicativo de uma dificuldade destas crianças para a habilidade de FF, no mínimo, semelhante à dos sujeitos do grupo TPA.

Ordenação Temporal

O grupo DT apresentou respostas significantemente maiores também com relação à habilidade de Ordenação Temporal (OT; Tabela 3), mas desta vez quando comparado a todos os outros grupos estudados, os quais não

apresentaram diferenças entre si. Os grupos submetidos ao TAF (TPA e DELa), apresentaram, na avaliação final, aumento significante na porcentagem de acertos, porém continuaram apresentando diferenças estatisticamente significantes quando comparados ao grupo DT (Tabela 4). O grupo DELb não apresentou variações na porcentagem de acertos desta habilidade no período entre avaliações.

O desempenho alterado e semelhante para a avaliação da habilidade de OT entre o grupo TPA e ambos os grupos DEL, indica a existência de um traço de similaridade entre estas populações com relação aos processos necessários para a realização da tarefa solicitada no teste de Padrão de Frequência.

Estes resultados iniciais observados nas crianças com DEL concordam com uma das teorias que procura relacionar as alterações de linguagem com alterações relacionadas ao processamento temporal (Tallal e Piercy, 1973; Stark e Tallal, 1979; Tallal e Stark , 1981; Benasich e Tallal, 2002; Fitch e Tallal, 2003), cuja integridade é imprescindível para a realização de tarefas de discriminação e ordenação de sons e, consequentemente, para a percepção auditiva da fala.

Este estudo também está de acordo com os estudos apresentados por Fortunato-Tavares et al. (2009), McArthur et al. (2008) e Hill et al. (2005), que demonstraram, para as crianças com DEL, pior desempenho em testes de discriminação e ordenação de frequência. Os autores sugerem que estas alterações podem estar relacionadas às dificuldades no processamento de sons breves e na maturação da via auditiva, e, ainda, que as alterações em

tarefas de discriminação de frequência seriam mais importantes para esta população.

Avaliação inicial X final

De modo geral, os indivíduos que foram submetidos ao TAF (TPA e DELa) apresentaram melhora no desempenho comportamental após o mesmo, enquanto os grupos que não foram submetidos ao TAF, não apresentaram mudanças na porcentagem de acerto dos testes da avaliação do PA(C) após o período de 12 semanas (Quadro 7).

Musiek e Schochat (1998), Putter-Katz et al. (2002) e Zalcman e Schochat (2007) entre outros, também demonstraram melhora no desempenho comportamental das habilidades auditivas de sujeitos com TPA(C), submetidos a programas de TAF, semelhantes ao utilizado neste estudo.

A única habilidade avaliada na qual não foram apontadas diferenças significantes entre as avaliações inicial e final foi a habilidade de FA. Isto pode estar relacionado ao tamanho da amostra, e esta hipótese é reforçada pelo fato de que o grupo DELa, composto de 6 sujeitos, apresentou, para esta habilidade, uma tendência à diferença estatisticamente significante entre as avaliações, sugerindo que, talvez, com mais indivíduos compondo o grupo, esta diferença poderia ser observada.

Outra hipótese pode ser o fato de que as respostas iniciais de todos os grupos já estavam dentro da normalidade ou próximas dela, atingindo o efeito teto, e diminuindo a margem para um melhor desempenho. Putter-Katz et al. (2002) referem em seu estudo que os indivíduos os quais

apresentavam pior desempenho inicial, apresentaram maior ganho na porcentagem de acertos após o TAF. Portanto, podemos arguir que o inverso também pode ser considerado verdadeiro, e que, por esta razão, não houve aumento significativo das médias de acerto após o treino na habilidade em que os grupos apresentaram, já na avaliação inicial, bom desempenho.

Embora mudanças relacionadas ao TAF não tenham sido observadas para a habilidade de FA, para as habilidades de FF e OT ambos os grupos submetidos ao TAF apresentaram melhoras significantes. É importante lembrar que, mesmo que os testes utilizados para avaliar as habilidades de FA e FF sejam diferentes entre os grupos, este fato não pode ser justificativa para a variação no desempenho intra grupo, uma vez que avaliam as mesmas habilidades e que os mesmos testes foram utilizados em ambas as avaliações em cada grupo.

Tais melhoras advindas do TAF tem sido fundamentadas na plasticidade neuronal, ou seja, na capacidade inerente ao sistema nervoso de reorganizar-se conforme a prática e/ou a exposição a um determinado estímulo (Bamford, 1981; Musiek et al., 2002). Para Musiek e Berge (1998), a reorganização do sistema pode dar-se pela maturação, pela necessidade de compensação ou pelo aprendizado. Esta reorganização pode envolver ativação e/ou fortalecimento de neurônios e conexões neurais, ou a formação de novas conexões, e pode acontecer naturalmente ou por intervenção externa.

Para este estudo, a plasticidade ocorrida foi, provavelmente, um efeito do aprendizado, uma vez que, levando-se em conta a faixa etária dos sujeitos, o tempo transcorrido entre a avaliação inicial e final, de apenas 12 semanas, seria muito pouco para justificar a variação das respostas somente com base na maturação do sistema auditivo.

Assim, como tanto o grupo TPA quanto o grupo DELa apresentaram os mesmo padrões de melhora nas respostas comportamentais, podemos sugerir que nos sujeitos de ambos os grupos ocorreu a plasticidade do sistema nervoso auditivo. As semelhanças nos benefícios obtidos em nível comportamental, também nos permitem sugerir que as dificuldades de linguagem apresentadas por aqueles indivíduos não influenciaram na melhora das habilidades auditivas. O inverso, porém, não pode ser discutido, uma vez que não foram realizadas, para este estudo, medidas de linguagem antes e depois do TAF. Este é um ponto em que não há consenso entre os pesquisadores da área. Ao estudar os benefícios do TAF para crianças DEL, alguns estudos sugerem generalização da melhora obtida por meio do treino auditivo para habilidades de atenção e linguagem (Stevens et al. 2008), enquanto outros não demonstram qualquer relação entre as melhoras na percepção auditiva e as habilidades linguísticas após a estimulação auditiva (McArthur et al., 2008).

Podemos afirmar que as melhoras observadas em ambos os grupos tem, de fato, relação com o TAF, principalmente se observarmos as relações entre as respostas de ambos os grupos DEL.

O grupo DELa, previamente ao TAF, apresentou desempenho nas habilidades de FF e OT discretamente inferior ao do DELb, sem diferenças significantes entre si, sendo que ambos os grupos, como esperado, apresentaram respostas médias piores daquelas apresentadas pelo grupo DT. Porém, após o período do TAF, ao qual foi submetido, o grupo DELa apresentou aumento da porcentagem de acertos, equiparando-se e até apresentando respostas melhores àquelas apresentadas pelo grupo DELb, o qual não apresentou praticamente nenhuma mudança em suas respostas médias.

Segundo Frascá (2005), a estabilidade das respostas dos testes comportamentais do PA(C) tem sido comprovada por diversos autores por meio de estudos de teste e reteste. Schochat et al. (2002), demonstraram a manutenção das respostas obtidas nas habilidades auditivas por seis meses após TAF. E mesmo no presente estudo, podemos apresentar as respostas do grupo DT, como uma evidência, de que, um indivíduo que não recebeu a estimulação auditiva específica, intensa e controlada, como proposto pelo TAF, não apresenta variações significantes nas respostas entre avaliações do PA(C), como também foi o caso do grupo DELb, que embora tenha sido estimulado para as habilidades linguísticas em terapia fonoaudiológica, não o foi para as habilidades auditivas, cujo desempenho manteve-se constante no período entre avaliações.

Assim, em função da diferença no comportamento médio dos grupos DELa e DELb, podemos afirmar que o TAF foi o fator determinante na melhora do desempenho no grupo DELa na avaliação comportamental final.

Como já mencionado, Stevens et al. (2008) e McArthur et al. (2008) também demonstraram melhoras no desempenho comportamental de indivíduos com DEL após intervenção especifica para a estimulação de habilidades auditivas e, sendo assim, podemos concluir que o TAF também é uma opção para a intervenção fonoaudiológica em indivíduos com DEL, como ele o é para os indivíduos com TPA(C), mesmo que ainda não haja consenso com relação aos benefícios que a melhora nas habilidades auditivas traz para as habilidades linguísticas destes indivíduos.

6.3. AVALIAÇÃO DO PEATE PARA SONS COMPLEXOS NO SILÊNCIO

Avaliação inicial

Os quatro grupos apresentaram, nas avaliações iniciais, latências aproximadas, sem diferenças estatisticamente significantes entre si, das ondas do PEATE para sons complexos no silêncio, embora os grupos TPA, DELa e DELb tenham apresentado médias discretamente atrasadas para a maioria das ondas, em relação ao grupo DT (Tabela 5).

Quanto às amplitudes, o grupo TPA apresentou os menores valores para as ondas V, A e C, e o grupo DELa somente para a onda C, enquanto nas outras ondas não foram observadas diferenças significantes entre os grupos. O grupo TPA também apresentou respostas significantemente piores quanto à latência e ao *slope* do complexo VA.

Estes resultados concordam em parte com estudos anteriores, como os de Rocha-Muniz (2011), Filippini e Schochat (2009), Banai et al. (2009) e

Song et al. (2008), que demonstraram, consistentemente, respostas significantemente alteradas quando se comparam grupos de indivíduos com DEL, TPA(C) ou dificuldades de aprendizado e leitura, a seus pares com DT, principalmente com relação às latências e amplitudes das ondas da resposta *onset* (V e A) e às medidas do complexo VA no silêncio.

Um ponto de divergência entre o presente estudo e aqueles acima citados, é a ausência de diferenças significantes quanto à latência das ondas entre os grupos estudados. Porém, uma possível explicação para esta divergência pode estar relacionada à composição das amostras analisadas.

Aqueles estudos analisaram amostras com 20 ou mais sujeitos por grupos, enquanto no presente estudo os grupos apresentam entre 6 e 9 sujeitos. O fato de termos observado respostas para a latência de algumas ondas dos grupos TPA, DELa e DELb discretamente atrasadas em relação ao grupo DT, além de alterações quanto à amplitude das ondas, pode demonstrar a possibilidade de que, com um maior número de sujeitos por grupos, a diferença significante nas respostas do PEATE para sons complexos no silêncio poderia ter sido apontada, também neste estudo.

Ainda com relação à amostra analisada, também podemos sugerir como fator de influencia, a variação no quadro de cada população. Banai et al. (2007) citam que, nem todas as crianças com dificuldades de aprendizado apresentam respostas anormais do PEATE para sons complexos no silêncio, sugerindo que nem todos os indivíduos com um mesmo diagnóstico respondem de forma semelhante a este estímulo. Além disso, no caso específico dos grupos DEL, por exemplo, é sabido que esta é

uma população heterogênea, a qual apresenta variações, tanto em gravidade quanto no perfil do distúrbio (Bishop, 2006). Assim, embora os estudos citados analisem o desempenho de crianças com diagnósticos semelhantes e faixa etária aproximada, as amostras analisadas podem ter sido diferentemente compostas com relação ao quadro clínico dos sujeitos, apresentando, portanto, resultados eletrofisiológicos divergentes.

Apesar desta divergência com relação às latências das ondas no silêncio, foram obtidos resultados semelhantes àqueles estudos, com relação às outras medidas do PEATE para sons complexos (amplitude das ondas V e A, e latência e *slope* do complexo VA), principalmente no grupo TPA. Assim, pelo fato das medidas de latência nos darem informação sobre a velocidade com que os núcleos do TE respondem à estimulação acústica, e as medidas de amplitude nos darem informação sobre a sincronia desta resposta, Johnson et al. (2005) afirmam que latências atrasadas e/ou amplitudes diminuídas das ondas do PEATE para sons complexos, indicam alterações no processamento auditivo destes sons, já ao nível do TE.

Assim, com base nos resultados obtidos no presente estudo, podemos sugerir que crianças com TPA(C) não apresentam o mesmo padrão de disparos sincrônicos da atividade elétrica que subjaz o processamento de sons complexos de uma criança com DT, ao nível do TE. Por não terem sido observadas diferenças significantes para os grupos DEL, entre si ou com o grupo DT, não podemos concluir, apenas com base nas respostas do PEATE no silêncio, que os mesmos apresentem alteração no processamento do som ao nível do TE, como no caso do grupo TPA.

Avaliação final

Após o período do TAF, não houve mudanças significantes nas respostas do PEATE para sons complexos no silêncio, mesmo que os grupos TPA e DELa tenham apresentado diminuições discretas nas latências das ondas, principalmente da resposta FFR – estatisticamente significante apenas para o grupo DELa quanto à latência da onda E (Tabela 6).

A ausência de variações consistentes nas respostas do PEATE para sons complexos no silêncio após o TAF era esperada, uma vez que as respostas iniciais não eram diferentes entre os grupos, e já estavam próximas à normalidade (com referência nos valores da onda normativa apresentada no Quadro 6).

Além disso, Hayes et al. (2003) e King et al. (2002) também não observaram mudanças nas respostas do PEATE para sons complexos no silêncio após um programa de TAF em crianças com dificuldades de aprendizagem, embora os PEAs corticais, assim como as correlações entre as respostas corticais e subcorticais, tenham apresentado melhoras após o TAF.

Assim, podemos levantar duas hipóteses para a ausência de mudanças no PEATE para sons complexos no silêncio no presente estudo.

A primeira sugere que, se existiram mudanças neurofisiológicas após o TAF, estas mudanças podem não ter impactado o processamento do som ao nível do colículo inferior, núcleo o qual se acredita ser o gerador das respostas transientes do PEATE (Banai et al., 2007; Banai e Kraus, 2008), o que não levaria à mudanças nas respostas do PEATE para sons complexos

pré TAF, embora tais mudanças poderiam ter sido observadas em outros níveis do sistema, e nas avaliações comportamentais.

A segunda hipótese é que as medidas de latência e amplitude das ondas, as quais refletem a velocidade e a sincronia dos disparos neurais, embora sejam largamente usadas no estudo da plasticidade cortical (Jirsa, 1992; Tremblay e Kraus, 2002; Wible et al., 2005; Abrams et al., 2006; Schochat et al., 2010), não sejam as mais indicadas para estudar a plasticidade em níveis subcorticais. Diversos autores estudaram a resposta do TE para sons complexos analisando a resposta FFR por meio da Transformação de Fourier (Song et al, 2011b; Skoe e Kraus, 2010; Kraus et al., 2009; Song et al., 2008b), e observaram mudanças nas respostas do PEATE para sons complexos no silêncio, relacionadas às medidas de frequência, que refletem a resposta do sistema às característica de *pitch* e timbre do estímulo. Estas análises não foram realizadas no presente estudo.

O único estudo encontrado que demonstra mudanças nas latências da respostas do PEATE para sons complexos no silêncio após treinamento auditivo, foi o de Russo et al. (2010). Nele foi observado melhora na latência da onda A em 3 das 5 crianças com autismo que foram submetidas ao TAF utilizando o *Fast ForWord*, comparadas a um grupo controle de 6 crianças com o mesmo diagnóstico que não realizaram o treinamento. Os autores acreditam que estes resultados, mesmo tendo sido obtidos a partir de um número muito pequeno de sujeitos, apontam para a eficácia deste tipo de intervenção em crianças com diagnóstico de autismo.

Há que se considerar, no entanto, que o TA por meio do *Fast Forword* consiste de uma atividade diária e altamente motivadora, ao passo que, no presente estudo, o programa realizado contou com uma sessão de TAF por semana, e atividades diárias realizadas pelos pais no ambiente familiar. Assim, as diferenças nos resultados entre este e o estudo acima referido, com relação às respostas do PEATE para sons complexos no silêncio, podem estar relacionadas à quantidade e qualidade da estimulação realizada.

6.4. AVALIAÇÃO DO PEATE PARA SONS COMPLEXOS NO RUÍDO

Com a adição do ruído branco ipsilateral na avaliação do PEATE para sons complexos, as respostas dos indivíduos foram influenciadas negativamente. Houve aumento das latências e diminuição das amplitudes das ondas em relação às respostas apresentadas no silêncio, porém em proporções diferentes para cada grupo e para cada porção da resposta (Quadro 7, Quadro 8 e Quadro 9).

Russo et al. (2004) já haviam demonstrado os efeitos do ruído na codificação do estímulo /da/ pelo TE, demonstrando, inclusive, que a resposta à porção transiente do estímulo, principalmente as ondas V e A, sofre maiores efeitos de degradação pelo ruído do que a resposta à porção sustentada (ondas D, E e F).

Para Warrier et al. (2004), as porções da fala que são mais susceptíveis à degradação do ruído de fundo, são aquelas de baixa

intensidade e aperiódicas, que são, exatamente, as características que distinguem as consoantes.

Assim, a identificação de consoantes seria tipicamente mais desafiadora na presença de ruído, e, de acordo com os resultados obtidos neste estudo, as crianças com DEL apresentariam maiores dificuldade na percepção destes sons.

Avaliação inicial

Na avaliação inicial do PEATE para sons complexos na presença de ruído, o grupo DT, mesmo com a degradação significante promovida pela adição de ruído, ainda apresentou as melhores respostas em relação aos outros três grupos, para quase todas as ondas. O grupo que apresentou as piores médias de latência em relação ao grupo DT, foi o grupo DELa, com diferenças significantes para todas as ondas, exceto para a onda F. Quanto às amplitudes, o grupo TPA apresentou as menores amplitudes das respostas *onset* (ondas V e A) e da onda O (*offset*). Com relação às medidas do complexo VA no ruído, não foram observadas diferenças entre os grupos (Tabela 7).

Anderson et al. (2010), Warrier et al. (2004) e Cunningham et al. (2001), entre outros, demonstraram respostas alteradas em crianças com alterações de aprendizado na presença de ruído quando comparadas a indivíduos com DT, piores com relação às respostas *onset* (ondas V e A), sugerindo que a sincronia neural nestes indivíduos é degradado pelo ruído de fundo, e que esta degradação é pior em indivíduos com piores respostas comportamentais para a percepção da fala no ruído.

O grupo DELa apresentou latências no ruído mais atrasadas, não só em relação às respostas do grupo DT, mas também em relação àquelas dos grupos TPA (sem diferenças significantes) e DELb (com diferenças significantes para a latência das ondas V, D, E e O).

Assim, podemos concluir que os indivíduos que compuseram o grupo DELa, sofreram as maiores influências da presença de ruído competitivo no processamento dos sons complexos. Como não havia diferenças significantes entre os grupos DELa e DELb na avaliação no silêncio (exceto para onda E), e com base na citada heterogeneidade desta população, podemos sugerir a existência de um subgrupo de indivíduos com DEL, o qual apresenta maior susceptibilidade aos efeitos de dessincronização do ruído. Sendo que este efeito foi maior para as porções transientes do estímulo, porém se estende para todas as ondas da resposta destes sujeitos.

Outro achado interessante quanto as respostas do PEATE para sons complexos no ruído, foi o equilíbrio das respostas entre os grupos TPA e DELb, para as ondas V e A, mas não para a latência da onda C, a qual estava mais atrasada nos grupos DELb e DELa (Tabela 8). Se levarmos em conta que a onda C reflete o início da sonoridade do estímulo /da/ (Banai et al., 2007; Banai e Kraus, 2008), que o ruído afeta mais a codificação de sons de baixa frequência e aperiódicos, como as consoantes (Warrier et al., 2004) e, ainda, que os indivíduos com DEL apresentam uma maior dificuldade para discriminar sons sonoros apresentados no ruído (Ziegler et al., 2005),

podemos sugerir também, uma alteração, já ao nível do tronco encefálico, quanto a codificação de consoantes sonoras nestes indivíduos.

Esta relação sugere que os grupos TPA e DELb assemelham-se quanto à codificação das características transientes iniciais do som, mas não da sonoridade.

Avaliação final

Para a avaliação final no ruído, o grupo DELa apresentou melhoras nas latências de todas as ondas, sendo que esta melhora foi significante para as ondas V, C, D e E. O grupo TPA também apresentou melhoras nas latências de algumas ondas, significante apenas para as ondas V e E.

As amplitudes e as medidas do complexo VA no ruído após o TAF não apresentaram variações em relação à avaliação inicial.

Com relação à avaliação do PEATE na presença de ruído após um programa de TAF, Song et al. (2008b) e Russo et al. (2005) também descreveram mudanças significantes com relação às latências da porção transiente, com ausência de variações nas respostas obtidas no silêncio, sugerindo que a estimulação auditiva fortalece a codificação das características acústicas do som pelo TE, tornando-a menos susceptível aos efeitos negativos do ruído.

De acordo com Song et al. (2011a), a resposta do PEATE para sons complexos são estáveis e confiáveis, não apresentando mudanças significativas entre períodos de avaliação (sem estimulação) mesmo na presença de ruído. O que está de acordo com os dados encontrados neste estudo, uma vez que não foram obtidas diferenças significantes entre as

avaliações nos grupos que não passaram pelo TAF. Além disso, esta estabilidade da resposta nos grupos não treinados, também fala em favor do papel fundamental da intervenção nas melhoras apresentadas após o TAF, quanto à codificação de sons complexos no ruído.

Para Chandrasekaran e Kraus (2010), um dos mecanismos para garantir a percepção da fala mesmo em situação de competição refere-se à modulação *top-down* do processamento do som, que melhora a qualidade do sinal nas vias auditivas periféricas pela amplificação seletiva de características relevantes do sinal, e pela inibição das características irrelevantes do ruído competitivo. Para Anderson e Kraus (2010b), esta modulação dependeria tanto da integridade de processos cognitivos, como atenção e memória de curto prazo, quanto das vias auditivas periféricas que enviam a informação auditiva para o córtex (*bottom-up*), num sistema de interação sensório-cognitiva.

Estudos com músicos (Strait et al., 2010; Parbery-Clark et al, 2009; Musacchia et al., 2008) tem demonstrado que estes indivíduos apresentam melhor desempenho linguístico e em tarefas de fala no ruído, um possível reflexo da melhor representação de sons complexos no TE. A experiência musical parece contribuir para o fortalecimento das funções neurais do TE, por meio, principalmente, da modulação *top-down* exercida pelas vias eferentes do córtex nos núcleos auditivos do TE (Parbery-Clark et al., 2011).

O fortalecimento destas funções neurais nos músicos segue os mesmos padrões de reorganização cortical e subcortical do TAF, ou seja, o indivíduo exposto a estimulação intensa e continua apresentará respostas

mais sincronizadas, e menos sujeitas às influências do ruído. Este refinamento das respostas de acordo com a estimulação também foi demonstrado recentemente por Strait et al. (2011), que observaram, em músicos que praticavam diferentes instrumentos, respostas mais sincronizadas e que melhor refletiam o estímulo referente ao instrumento que praticavam, ou seja, quanto mais exposto a determinado estímulo sonoro melhor é a resposta no PEATE para aquele estímulo.

As alterações apresentadas no PEATE para sons complexos no ruído podem ser um reflexo da alteração neste modelo sensório-cognitivo da percepção de fala, principalmente no caso do grupo DELa, pois estes indivíduos não só apresentam dificuldades no processamento de sons breves e complexos ao nível do TE (*bottom-up*), como também apresentam alterações na função do sistema cortico-fugal (*top-down*), com alterações já demonstradas com relação a atenção e memória de curto prazo (van Daal et al., 2009; Montgomery, 2003), e com relação aos índices de supressão das emissões otoacústicas transientes (Rocha-muniz, 2011), mesmo que este último não apresente consenso entre os pesquisadores da área.

Assim, as melhoras na codificação neural dos sons complexos no ruído após o TAF, poderiam refletir o fortalecimento das sinapses envolvidas nesta interação sensório-cognitiva, tanto das vias aferentes quanto das vias eferentes, por meio dos mecanismos já citados de plasticidade neural, principalmente aquele dependente de aprendizado, cuja existência, segundo Tzounopoulos e Kraus (2007), já foi demonstrada em níveis subcorticais, os

quais são responsáveis pela geração do PEATE para sons complexos (Banai et al., 2007; Banai e Kraus, 2008).

Portanto, uma das hipóteses que podemos sugerir para a melhora após o TAF, é que a intervenção tenha promovido a plasticidade nas vias auditivas do TE, além de favorecer o desenvolvimento das habilidades de atenção e memória, como obtido no estudo de Stevens et al. (2008), que tem papel fundamental na codificação dos sons complexos no ruído. Infelizmente, no presente estudo, não foram realizadas medidas de atenção e memória, prévias à intervenção, para confirmarmos esta hipótese. Porém, para estudos futuros com esta população sugerimos a aplicação de testes de linguagem e cognitivos com o intuito de verificar o impacto do TAF nestas áreas.

Embora diferenças claras e significantes entre as avaliações inicial e final tenham sido apontadas para o grupo DELa, para o grupo TPA as diferenças obtidas entre as avaliações foram menores. Podemos levantar algumas hipóteses, que não são mutuamente descartáveis, para esta diferença nas respostas entre as avaliações em cada grupo.

A primeira hipótese está relacionada aos tipos de estimulação que cada grupo recebeu no mesmo período. Embora o programa de TAF aos quais ambos os grupos foram submetidos tenham seguido os mesmos princípios, com apenas algumas diferenças adaptativas em função das alterações de linguagem de alguns indivíduos, o grupo DELa recebeu, concomitante ao TAF, intervenção fonoaudiológica para seus déficits de linguagem, enquanto o grupo TPA foi submetido apenas ao TAF em cabina

acústica, especifico para as habilidades auditivas trabalhadas no mesmo. A terapia fonoaudiológica, a qual estimula o desenvolvimento da fala e da linguagem nestes indivíduos, pode ter contribuído com o desenvolvimento das habilidades cognitivas, as quais influenciaram a modulação *top-down* das respostas auditivas no ruído, favorecendo a resposta eletrofisiológica final.

Podemos fundamentar esta hipótese no fato de que, muitos estudos que demonstram as melhoras após o TAF no PEATE para sons complexos, e outros que discutem o papel da modulação cortico-fugal nesta melhora, utilizaram para a estimulação do sistema auditivo, programas de computador (p.ex. Earobics, LACE, Fast Forword), os quais envolvem a estimulação, não só das habilidades auditivas *per se*, mas também de habilidades linguísticas e cognitivas. Embora o TAF em cabina acústica não possa ser dissociado de fatores cognitivos e de linguagem, podemos argumentar que o desenvolvimento destes não é um objetivo primário deste tipo de intervenção.

Podemos lembrar ainda, que o grupo DELb, o qual foi submetido apenas à terapia fonoaudiológica, não apresentou variações significantes entre as avaliações inicial e final, demonstrando que a estimulação das habilidades cognitivas apenas, não é suficiente para o desenvolvimento das habilidades auditivas.

Portanto, com base no modelo da interação sensório-cognitiva para o fortalecimento das respostas auditivas no ruído, podemos supor que a associação do TAF com a terapia de linguagem foi mais eficiente do que o

TAF isolado. O TAF estimularia a análise dos sons realizada nos níveis mais baixos do sistema, melhorando o processamento *bottom-up*, enquanto a terapia fortaleceria a modulação *top-down*, melhorando ainda mais as respostas destes sujeitos no ruído.

Podemos, então, sugerir que um programa de estimulação auditiva nos moldes sugeridos por Bellis (2002) – ou seja, que envolva, não só o TAF e modificações ambientais, mas também atividades metacognitivas e metalinguísticas – tem impacto maior na remediação e no desenvolvimento da codificação neural da fala na presença de ruído.

Outra hipótese para a diferença no impacto do TAF entre os grupos TPA e DELa, pode estar relacionada às respostas iniciais. Embora não tenham sido obtidas diferenças significantes entre estes dois grupos na avaliação prévia ao TAF, as respostas do grupo DELa estavam piores àquelas apresentadas pelo grupo TPA. Johnson et al. (2005) e Banai e Kraus (2008) referem que os indivíduos sem alteração nas respostas do PEATE para sons complexos, ou com respostas levemente alteradas, não obtém os mesmos benefícios de intervenções como o TAF que são obtidos pelos indivíduos com as piores respostas, sugerindo, inclusive, o PEATE para sons complexos no ruído como uma medida importante na identificação de indivíduos que se beneficiariam deste tipo de intervenção. No caso do estudo atual, como os sujeitos do grupo TPA apresentaram as melhores respostas iniciais em relação ao grupo DELa, eles teriam apresentado, também, as menores variações entre as respostas em cada uma das avaliações.

Por fim, uma terceira hipótese ainda pode ser levantada. Na avaliação inicial, o grupo TPA apresenta respostas piores que o grupo DT, principalmente, quanto às respostas das ondas V e A. Já o grupo DELa, apresenta alterações para todas as ondas da resposta do PEATE para sons complexos no ruído. Esta alteração do grupo DELa, para a codificação do estímulo como um todo, poderia representar um atraso na maturação das respostas destes indivíduos. Johnson et al. (2008a) relatam que a percepção imatura da fala em crianças com alterações de linguagem, pode estar relacionada ao atraso no desenvolvimento das redes neurais responsáveis pela codificação da acústica de sons complexos.

Bishop e McArthur (2004 e 2005) apresentaram o que chamaram de "hipótese maturacional" para as alterações auditivas observadas em indivíduos com alterações de linguagem, implicando que déficits observados em crianças com DEL ou dislexia refletiriam mais um atraso na maturação do processamento auditivo, do que uma anormalidade permanente. Estes autores observaram respostas corticais alteradas em crianças com DEL, mesmo naquelas que apresentavam respostas comportamentais normais, compatíveis com as respostas de crianças com DT de 3 a 4 anos mais jovens. As autoras sugerem que crianças com DEL apresentam uma imaturidade generalizada no desenvolvimento neural, que fica aparente quando avaliadas quaisquer funções que sejam mediadas por estruturas com maturação tardia, embora não tracem uma relação de causalidade entre a imaturidade auditiva e as alterações de linguagem apresentadas por estes indivíduos.

Os resultados obtidos neste estudo concordam com esta teoria, uma vez que alterações significativas foram observadas no grupo DELa com relação ao PA(C), tanto em nível comportamental quanto eletrofisiológico. E, mesmo o grupo DELb, o qual apresentou desempenho melhor nas avaliações comportamentais, apresentou alteração nas avaliações eletrofisiológicas com respostas características de indivíduos com TPA(C).

A maturação do sistema auditivo segue um padrão caudo-rostral, com as funções mais periféricas apresentando-se perfeitamente funcional logo ao nascimento, e as funções mais centrais alcançando a maturidade apenas no final da adolescência (Moore e Linthicum, 2007). Assim, crianças com cerca de dois anos já apresentam respostas do PEATE para cliques com padrão normal de adultos, enquanto para estímulos complexos espera-se um padrão adulto de resposta por volta dos cinco anos de idade (Hall, 1990; Johnson et al., 2008a). Já a maturação das respostas dos PEAs corticais acontece mais tarde, pois o desenvolvimento das estruturas envolvidas nestas respostas só acontece de forma completa na adolescência. (Moore e Linthicum, 2007)

As latências atrasadas das ondas do PEATE para sons complexos no ruído obtidas neste estudo poderiam representar uma imaturidade tanto do processamento do som no próprio TE, quanto dos processos cognitivos da audição, afetando, não só a análise cortical dos sons, como também a modulação que o córtex exerce no processamento dos sons em níveis subcorticais.

Em função do pequeno número de sujeitos em cada grupo, não foi possível realizar uma investigação mais profunda das relações das respostas eletrofisiológicas de acordo com a idade, para a verificação dos fatores de maturação. Porém, se fosse este o caso, poderíamos arguir que a estimulação auditiva, associada à terapia de linguagem, acelerou o processo de maturação no grupo DELa, provavelmente em função das mudanças no substrato neural provocadas pelo aprendizado e pela plasticidade do sistema, tornando sua resposta mais adequada, e equilibrada com os indivíduos que compuseram os grupos TPA e DELb, porém ainda com diferenças significantes quando comparados ao grupo DT.

6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TAF tem sido comprovado como uma intervenção eficiente para indivíduos com TPA(C), tanto por meios comportamentais quanto eletrofisiológicos. Entretanto, para populações com alterações de linguagem, existe ainda muita especulação a respeito dos benefícios que estes indivíduos obteriam a partir de um programa de TAF.

Demonstramos, neste estudo, que estas crianças apresentam melhoras no desempenho auditivo após o TAF, e, ainda, que a associação do TAF com a terapia de linguagem foi mais eficiente para a melhora nas alterações do PA(C) do que a aplicação de um programa de TAF isolada.

A ausência de medidas de linguagem antes e depois do TAF nos impede de fazer relações entre o TAF e o desenvolvimento de linguagem,

porém, com base em estudos anteriores que relacionam as respostas do TE e do córtex (Wible et al., 2005; Abrams et al., 2006; entre outros), poderíamos especular que melhorando a análise acústica dos sons ao nível do TE, a representação destes sons no córtex seria mais refinada, e estas crianças teriam acesso a uma informação mais condizente com a realidade, facilitando o entendimento das mesmas. Ou seja, esta melhora criaria mais uma ferramenta para trabalhar as dificuldades de linguagem que estas crianças apresentam.

Embora esta relação entre alterações de linguagem e o TPA(C) seja muito controversa, as dificuldades que indivíduos com DEL apresentam no PA(C) de sinais rápidos que muitos estudos vem demonstrando, foi apontada mais uma vez neste estudo. Portanto, acreditamos que as alterações do PA(C) destes indivíduos não devem ser ignoradas e devam ser tratadas, mesmo que não possamos afirmar que estas sejam de causas primárias, consequência de alterações na maturação ou de alterações em níveis superiores de cognição e linguagem.

Não podemos deixar de comentar, mais uma vez, que se as amostras para este estudo fossem maiores, talvez pudéssemos ter obtido mais diferenças estatisticamente significantes entre os grupos DT, TPA e DELb, e mesmo antes e depois do TAF para o grupo TPA. Ainda em função do tamanho das amostras, algumas análises não puderam ser realizadas, como por exemplo, correlacionar os desempenhos comportamentais e as respostas eletrofisiológicas antes e depois do TAF.

Para estudos futuros sugere-se associar as medidas de audição com medidas de cognição e linguagem, verificando se o TAF produz efeitos também em nível linguístico nas crianças com DEL. Com relação à resposta do TE para sons complexos, sugerimos que sejam realizadas, além das medidas referentes ao *timing*, as medidas referentes às frequências. Ainda, seria importante investigar as relações destas respostas com as respostas corticais, no silêncio e no ruído, verificando, inclusive, o papel da maturação do Sistema nervoso auditivo nas respostas do TE para sons complexos.

Conclusão

7. CONCLUSÃO

Pudemos observar neste estudo que as avaliações comportamentais e o PEATE para sons complexos apresentado no ruído podem ser um instrumento válido na monitoração dos efeitos do treinamento auditivo formal.

- Os grupos TPA, DELa e DELb apresentaram desempenho inferior nos testes comportamentais comparados ao grupo DT. Após o TAF, os grupos a este submetidos apresentaram melhoras nas habilidades.
- No silêncio, o PEATE para estímulos complexos apresentou diferenças entre os grupos apenas com relação às amplitudes de algumas ondas, piores no grupo TPA. Após o TAF, nenhuma mudança nestes resultados foi observada.
- Na presença de ruído, o PEATE para estímulos complexos mostrou alterações quanto à latência das ondas nos grupos TPA, DELa e DELb, piores no grupo DELa. Após o TAF, houve melhoras maiores nas respostas do grupo DELa, equilibrando as respostas entre os grupos, embora o grupo DT tenha continuado apresentando as melhores respostas.
- A adição de ruído afetou negativamente as respostas do PEATE para sons complexos em ambas as avaliações, e em todos os grupos, porém em diferentes graus de severidade para cada grupo.

Referências

8. REFERÊNCIAS

American Speech-Language-Hearing Association. (Central) Auditory Processing Disorders [Technical Report]; 2005. Available from www.asha.org/policy.

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

Alonso R, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em crianças com transtorno de processamento auditivo (central): avaliação comportamental e eletrofisiológica. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009; 75: 726-732.

American National Standards Institute. *Specification of audiometers*. New York; ANSI; 1969.

American National Standards Institute. *Specification for instruments to measure aural acoustic impedance and admittance*. New York; ANSI; 1987.

American National Standards Institute. *Specification of audiometers*. New York; ANSI; S 3.6; 1989.

American National Standards Institute. *Maximum permissible ambient noise for audiometric testing*. New York; ANSI; 1991.

American National Standards Institute. ANSI. New York; ANSI; 1992.

Anderson S, Kraus N. Objective neural indices of speech-in-noise perception. *Trends Amplif.* 2010a; 14(2): 73-83.

Anderson S, Kraus N. Sensory-Cognitive Interaction in the Neural Encoding of Speech in Noise: A Review. *J Am Acad Audiol*. 2010b; 21(9): 575–585.

Anderson S, Skoe E, Chandrasekaran B, Kraus N. Neural timing is linked to speech perception in noise. J Neurosci. 2010; 30(14): 4922-6.

Auditec. *Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence*. Missouri, USA; 1997.

Bamford J. Auditory training: what is it, what is it supposed to do, and does it do it? *Br J Audiol*. 1981; 15: 75-8.

Bamiou, D-E; Musiek, F E; Luxon, L M Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders-a review. *Arch Dis Child.* 2001; 85(5): 361-365.

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

Banai K, Abrams D, Kraus N. Sensory-based learning disability: Insights from brainstem processing of speech sounds. *Int J Audiol*. 2007; 46(9): 524-32.

Banai K, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Brainstem Timing: Implications for Cortical Processing and Literacy. *J Neurosci*. 2005; 25(43): 9850-7.

Banai K, Hornickel J, Skoe E, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Reading and subcortical auditory function. *Cereb Cortex*. 2009; 19(11): 2699-707.

Baran JA, Musiek F. Behavioral assessment of the central auditory nervous sytem. In.: Musiek F, Rintelmann, F. *Contemporary perspectives in hearing assessment*. Boston: Allyn and Bacon.1999. p.375-495.

Basu M, Krishnan A, Weber-Fox C.Brainstem correlates of temporal auditory processing in children with specific language impairment. *Dev Sci.* 2010 Jan 1; 13(1): 77-91.

Bellis TJ. Developing Deficit-Specific Intervention Plans for Individuals with Auditory Processing Disorders. *Seminars in Hearing*. 2002; 23(4): 287-295

Bellis TJ. Historical foundations and the nature of (central) auditory processing disorder. In: Chermak GD, Musiek FE. *Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and clinical diagnosis*. 1ª ed. San Diego: Plural Publishing; 2007. p.119-36.

Benasich, AA, Tallal P. Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behav Brain Res.* 2002; 136: 31-49.

Benasich AA, Thomas JJ, Choudhury N, Leppänen PHT. The importance of rapid auditory processing abilities to early language development: evidence from converging methodologies. *Dev Psychobiol.* 2002; 40: 278-92.

Bishop DV. The underlying nature of Specific language impairment. *J Child Psychol Psychiatry*. 1992; 33(1): 3-66.

Bishop DV. What causes specific language impairment in children? *Curr Dir Psychol Sci*. 2006; 15(5): 217-21

Bishop DV, Edmundson A. Specific language impairment as a maturational lag: evidence from longitudinal data on language and motor development. *Dev Med Child Neurol*. 1987; 29(4): 442-59.

Bishop DVM, McArthur GM. Immature cortical responses to auditory stimuli in specific language impairment: evidence from ERPs to rapid tone sequences. *Developmental Science*. 2004; 7(4): F11–F18.

Bishop DVM, McArthur GM. Individual Differences in auditory processing in specific language impairment: a follow-up study using event-related potentials and behavioral threshholds. *Cortex*. 2005; 41(3): 327–41.

Bishop DV, Hardiman M, Uwer R, von Suchodoletz W. Atypical long-latency auditory event-related potentials in a subset of children with specific language impairment. *Dev Sci.* 2007: 10(5): 576-87.

Borges ACLC. Adaptação do teste SSW para a língua portuguesa: nota preliminar. *Acta AWHO*. 1986; 5(1): 38-40.

Borges CF. *Processamento temporal auditivo em crianças com transtorno de leitura* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005.

Burkard RF, Don M. The Auditory Brainstem Response. In.: Burkard RF, Don M. Eggermont JJ. *Auditory Evoked Potentials Basic Principles and Clinical Application*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 2007. p.229-53.

Carvallo RMM. Auditory profile in individuals with and without CAPD. In: 12th *Annual Convention and Exposition of The American Academy of Audiology*. Anais. Chicago, USA. 2000.

Chandrasekaran B, Kraus N. The scalp-recorded brainstem response to speech: neural origins and plasticity. *Psychophysiology*. 2010; 47(2): 236-46.

Chermak GD, Musiek FE. Managing central auditory processing disorders in children and youth. *Am J Audiol*. 1992; 1: 62-5.

Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training: Principles and Approaches for Remediating and Managing Auditory Processing Disorders. *Seminars in Hearing*. 2002; 23(4): 297-308

Chermak GD, Bellis TJ, Musiek FE. Neurobiology, Cognitive Science, and Intervention. In: Chermak GD, Musiek FE. *Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and clinical diagnosis*. 1ª ed. San Diego: Plural Publishing; 2007. p.3-28

Cunningham J, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Speech-evoked neurophysiologic responses in children with learning problems: development and behavioral correlates of perception. *Ear Hear*. 2000; 21(6): 554-68.

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. *Clinical Neurophysiology.* 2001; 112: 758-67.

Cunningham J, Nicol T, King C, Zecker SG, Kraus N. E!ects of noise and cue enhancement on neural responses to speech in auditory midbrain, thalamus and cortex. *Hear Res*. 2002; 169: 97-111.

Davids N, Segers E, van den Brink D, Mitterer H, van Balkom H, Hagoort P, Verhoeven L The nature of auditory discrimination problems in children with specific language impairment: an MMN study. *Neuropsychologia*. 2011; 49(1): 19-28.

Filippini R, Schochat E. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico com estímulo de fala no transtorno do processamento auditivo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009; 75(3): 449-55.

Firszt JB, Ulmer JL, Gaggl W. Differential representation of speech sounds in the human cerebral hemispheres. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol*. 2006; 288(4): 345-57.

Fisher LD, van Belle G. *Biostatistics.* New York: John Wiley & Sons. 1993.

Fitch RH, Tallal P. Neural mechanisms of language-based learning impairments: insights from human populations and animal models. *Behav Cogn Neurosci Rev*. 2003; 2: 155–78.

Fortunato-Tavares T, Rocha CN, Andrade CRF de, Befi-Lopes DM, Schochat E, Hestvik A, Schwartz RG. Processamento linguístico e processamento auditivo temporal em crianças com distúrbio específico de linguagem. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2009; 21(4): 279-84.

Frascá, MFSS. *Processamento auditivo em teste e reteste: confiabilidade da avaliação* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005

Hall JW. *Handbook of auditory evoked response*. Massachusetts. Allyn and Bacon, 1990.

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

Hill PR, Hogben JH, Bishop DM. Auditory frequency discrimination in children with specific language impairment: a longitudinal study. *J Speech Lang Hear Res*. 2005; 48(5): 1136-46.

Hood LJ, Berlin CI. *Auditory Evoked Potentials*. Texas: Pro-ed, 1986.

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

International Electrotechnical Commission. Standard for audiometers. IEC; 1992.

Jasper HA. The ten-twenty system of the International Federation. *Electroenceph Clin Neurophysiol*. 1958; 10: 371-75.

Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaring*. 1970; 92: 311-324.

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

Jewett DL, Williston JS. Auditory evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain*. 1971; 94: 681-89.

Jirsa RE. The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *J Speech Hear Res*. 1992; 35: 903-12.

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*. 2008a; 28(15): 4000-7.

Johnson KL, Nicol T, Zecker SG, Bradlow AR, Skoe E, Kraus N. Brainstem encoding of voiced consonant–vowel stop syllables. *Clin Neurophysiol*. 2008b; 119: 2623-35.

Katz J. The use of SSW for assessing the integrity of the central auditory nervous system. *J Audit Res*. 1962; 2: 327-37.

Keith RW, Anderson J. Dichotic Listening Tests. In: Chermak GD, Musiek FE. *Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and clinical diagnosis*. 1a ed. San Diego: Plural Publishing; 2007; p- 207-30

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

Kraus N, Nicol T. Aggregate neural response to speech sounds in the central auditory system. *Speech Communication*. 2003; 41: 35-47.

Kraus N, Nicol T. Brainstem origins for cortical ‘what’ and ‘where’ pathways in the auditory system. *Trends Neurosci*. 2005; 28(4): 176-81.

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

Kraus N, Skoe E, Parbery-Clark A, Ashley R. Experience-induced Malleability in Neural Encoding of Pitch, Timbre, and Timing Implications for Language and Music. The Neurosciences and Music III—Disorders and Plasticity: Ann. N.Y. Acad. Sci. 2009; 1169: 543–57.

Kraus N, McGee TJ, Carrell TD, Zecker SG, Nicol TG, Koch DB. Auditory neurophysiologic responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science.* 1996; 273(5277): 971-3.

Kraus N, Bradlow AR, Cheatham MA, Cunningham J, King CD, Koch DB, Nicol TG, Mcgee TJ, Stein LK, Wright BA Consequences of neural asynchrony: a case of auditory neuropathy. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2000; 1(1): 33-45.

Krishnamurti S. Monaural Low-Redundancy Speech Tests. In: Chermak GD, Musiek FE. *Handbook of (central) auditory processing disorder: auditory neuroscience and clinical diagnosis*. 1a ed. San Diego: Plural Publishing; 2007; p.193-205.

Krishnan A, Gandour JT. The role of the auditory brainstem in processing linguistically-relevant pitch patterns. *Brain Lang*. 2009; 110(3): 135-48.

Krizman JL, Skoe E, Kraus N. Stimulus rate and subcortical auditory processing of speech. Audiol Neurootol. 2010; 15(5): 332-42.

Mangabeira-Albernaz P, Mangabeira-Albernaz PL, Mangabeira-Albernaz LG, Mangabeira-Albernaz PFO. *Otorrinolaringologia Prática*. 10ª. São Paulo: Savier; 1981.

McArthur GM, Bishop DVM. Speech and non speech processing in people with specific language impairment: A behavioral and electrophysiological study. *Brain Lang*. 2005; 94: 260-73.

McArthur GM, Ellis D, Atkinson CM, Coltheart M. Auditory processing deficits in children with reading and language impairments: can they (and should they) be treated? *Cognition*. 2008; 107(3): 946-77.

Montgomery JW. Working memory and comprehension in children with specific language impairment: what we know so far. *J Commun Disord.* 2003; 36(3): 221-31.

Moore JK, Linthicum FH Jr. The human auditory system: a timeline of development. *Int J Audiol*. 2007; 46(9): 460-78.

Motta VT. *Bioestatística*. 2ª. Ed. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2006.

Musacchia G, Strait D, Kraus N. Relationships between behavior, brainstem and cortical encoding of seen and heard speech in musicians and non-musicians. *Hear Res*. 2008; 241(1-2): 34-42.

Musiek FE. Assessment of central auditory dysfunction: the dichotic digits test revisited. *Ear Hear*. 1983; 4: 79-83

Musiek FE, Berge B. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters M, Stecker N, Katz J, editors. *Central auditory processing disorders: mostly management.* Boston: Allyn & Bacon; 1998. cap 2. p 15-32.

Musiek FE, Chermak GD. Three commonly asked questions about central auditory processing disorders management. *Am J Audiol*. 1995; 4: 15-8.

Musiek FE, Schochat E. Auditory training and central auditory processing disorders. *Semin Hear.* 1998; 19(4): 357-66.

Musiek FE, Shinn JMS, Hare CMA. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002; 23(4): 263-75.

Neter J, Kutner MH, Nachtsheim CJ, Li W. *Applied Linear Statistical Models*. 5th ed. Chicago: Irwin. 2005.

Nicol T, Kraus N. Speech-sound Encoding: Physiological manifestations and behavioral ramifications. *Supplements to Clinical Neurophysiology*. 2004; 57: 624-30.

Paes, AT. *Itens essenciais em bioestatística*. *Arq. Bras. Cardiol*. 1998; 71(4): 575-80.

Parbery-Clark A, Marmel F, Bair J, Kraus N. What subcortical-cortical relationships tell us about processing speech in noise. *Eur J Neurosci*. 2011 Feb; 33(3): 549-57.

Parbery-Clark A, Skoe E, Lam C, Kraus N. Musician Enhancement for Speech-In-Noise. *Ear Hear*. 2009; 30(6): 653–61.

Parbery-Clark A, Strait DL, Anderson S, Hittner E, Kraus N. Musical Experience and the Aging Auditory System: Implications for Cognitive Abilities and Hearing Speech in Noise. *PLoS ONE*. 2011; 6(5): e18082

Pereira LD, Schochat E. *Processamento Auditivo Central - manual de avaliação*. SãoPaulo: Lovise; 1997. p.103-9.

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

Picton TW, Hillyard SA, Krausz HI, Galambos R. Human auditoty evoked potentials I: evaluation of components. Eletroencephalogr. *Clin. Neuro*. 1974; 36: 179-90,

Pihko E, Kujala T, Mickos A, Alku P, Byring R, Korkman M. Language impairment is reflected in auditory evoked fields. *Int J Psychophysiol*. 2008; 68(2): 161-9.

Putter-Katz H, Said LA, Feldman I, Miran DB, Kushnir DM, Muchnik C, Hildesheimer M. Treatment and evaluation indices of auditory processing disorder. *Seminar Hear*. 2002; 23(4): 357-64.

Rabelo CM. *Processamento auditivo: teste de fala comprimida em português em adultos normo-ouvintes* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2004.

Raven J, Court J, Raven J. *Coloured progressive matrices*. London: H. K. Lewis; 1986.

Rocha-Muniz CN. *Processamento de sinais acústico de diferentes complexidades em crianças com alteração de percepção da audição ou da linguagem*. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2004.2011

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

Russo NM, Hornickel J, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Biological changes in auditory function following training in children with autism spectrum disorders. *Behav Brain Funct*. 2010; 6: 60.

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

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 MFC, Pereira LD. Teste de escuta dicótica de dígitos. *Anais do I Congresso Paulista de Distúrbios da Comunicação Humana*. São Paulo, 1996.

Santos TM, Russo IP. Logoaudiometria. In: Santos TM, Russo IP. *A prática da audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Cortez; 1986. p.81-98.

Schochat E, Carvalho L, Megale RL. Treinamento auditivo: avaliação da manutenção das habilidades. *Pró-fono*. 2002; 14(1): 93-8.

Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. The effects of auditory training on the middle latency response in children with APD. *Braz J of Med Biol Res*. 2010; 43(8): 777-85.

Shafer VL, Morr ML, Datta H, Kurtzberg D, Schwartz RG. Neurophysiological indexes of speech processing deficits in children with specific language impairment. *J Cogn Neurosci.* 2005; 17(7): 1168-80.

Skoe E, Kraus N. Hearing it again and again: on-line subcortical plasticity in humans. *PLoS One*. 2010; 5(10): e13645.

Song JH, Banai K, Kraus N. Brainstem timing deficits in children with learning impairment may result from corticofugal origins. *Audiol Neurootol*. 2008a; 13(5): 335-44.

Song JH, Nicol T, Kraus N. Test-retest reliability of the speech-evoked ABR is supported by tests of covariance. *Clin Neurophysiol*. 2011; 122: 346–55.

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

Song JH, Skoe E, Banai K, Kraus N. Training to Improve Hearing Speech in Noise: Biological Mechanisms. *Cereb Cortex*. 2011 Jul 28. [Epub ahead of print]

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

Stark R, Tallal P. Analysis of stop consonant production errors in developmentally dysphasic children.J. *Acoust Soc Am*. 1979; 66: 1703-12.

Stevens C, Fanning J, Coch D, Sanders L, Neville H. Neural mechanisms of selective auditory attention are enhanced by computerized training: electrophysiological evidence from language-impaired and typically developing children. *Brain Res*. 2008; 18(1205): 55-69.

Strait DL, Chan K, Ashley R, Kraus N. Specialization among the specialized: Auditory brainstem function is tuned in to timbre. *Cortex*. 2011 Apr 6. [Epub ahead of print]

Strait DL, Kraus N, Parbery-Clark A, Ashley R. Musical experience shapes top-down auditory mechanisms: evidence from masking and auditory attention performance. *Hear Res*. 2010; 261(1-2): 22-9.

Tallal P. Improving language and literacy is a matter of time. *Nat Rev Neurosci*. 2004; 5(9): 721-8.

Tallal P, Piercy M. Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*. 1973; 241: 468–9.

Tallal P, Stark R. Speech acoustic cue discrimination abilities of normally developing and language impaired children. *J Acoust Soc Am*. 1981; 69: 568-74.

Tremblay KL, Kraus N. Auditory training induces asymmetrical changes in cortical neural activity. *J Speech Lang Hear Res.* 2002; 45: 564-72.

Tremblay K, Kraus N, Carrell TD, McGee T. Central auditory system plasticity: generalization to novel stimuli following listening training. *J Acoust Soc Am* 1997; 102: 3762-73.

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

Uwer R, Albrecht R, von Suchodoletz W. Automatic processing of tones and speech stimuli in children with specific language impairment. *Dev Med Child Neurol*. 2002; 44: 527-32.

van Daal J, Verhoeven L, van Balkom H. Cognitive predictors of language development in children with specific language impairment (SLI). *Int. J. Lang. Comm. Dis*. 2009; 44(5): 639–55.

Warrier CM, Johnson KL, Hayes EA, Nicol T, Kraus N. Learning impaired children exhibit timing deficits and training-related improvements in auditory cortical responses to speech in noise. *Exp Brain Res*. 2004; 157: 431–41.

Whitehouse AJO, Bishop DVM. Cerebral dominance for language function in adults with specific language impairment or autism. *Brain.* 2008; 131: 3193-200.

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 sound in children with language-based learning problems. *Biol Psychol*. 2004; 67: 299-317.

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

Zalcman TE. *Complexo N1-P2-N2 em indivíduos com transtorno de processamento auditivo submetidos ao treinamento auditivo* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007.

Zalcman TE, Schochat E. A eficácia do treinamento auditivo formal em indivíduos com transtorno do processamento auditivo. *Rev Soc Bras Fonoauiol*. 2007, 12(4): 310-314.

Ziegler JC, Pech-Georgel C, George F, Alario FX, Lorenzi C. Déficits in speech perception predict language learning impairment. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2005;102(39):14110-5.

Anexos

Anexo A. Aprovação da 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.

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

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 23/04/2008, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **0117/08**, intitulado: "**TREINAMENTO AUDITIVO NO DISTÚRBIO ESPECÍFICO DE LINGUAGEM E NO TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO: UM ESTUDO COM O BIOMAP**" 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. Eliane Schochat**
Pesquisador (a) Executante: **Renata Filippini**

CAPPesq, 25 de Abril de 2008

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

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do HCFMUSP e da FMUSP Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo Rua Ovídio Pires de Campos, 255, 5º andar - CEP 05403 010 - São Paulo – SP Fone: 011 3069 6442 Fax: 011 3069 6492 e-mail: cappesq@hcnet.usp.br / secretariacappesq2@hcnet.usp.br

Anexo A (continuação). Aprovação da 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.

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

CIÊNCIA

O Coordenador da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 18/07/2011, **TOMOU CIÊNCIA do(s) documento(s)** abaixo mencionado(s) no Protocolo de Pesquisa nº **0117/08**, intitulado: "**TREINAMENTO AUDITIVO NO DISTÚRBIO ESPECÍFICO DE LINGUAGEM E NO TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO: UM ESTUDO COM O BIOMAP**" apresentado pelo Departamento de **FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL.**

- **Carta datada de 06.06.11 - Solicitação de mudança de título por sugestão da banca do exame de qualificação para - Eficácia do treinamento auditivo por meio do potencial evocado para sons complexos nos transtornos de audição e linguagem - Relatório Científico Parcial**

Pesquisador (a) Responsável: **Profa. Dra. Eliane Schochat**

CAPPesq, 18 de Julho de 2011

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

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

Anexo B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

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

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

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: ***Treinamento Auditivo no Distúrbio Específico de Linguagem e no Transtorno do Processamento Auditivo: Um estudo com o BioMAP***
2. PESQUISADOR : ***Eliane Schochat***
CARGO/FUNÇÃO: **Professor Associado Doutor** INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº **2937 (CRFa/SP)**
UNIDADE DO HCFMUSP: **Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP**
3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: RISCO MÍNIMO **X** RISCO MÉDIO ☐ RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐
4.DURAÇÃO DA PESQUISA : ***24 meses***

As informações abaixo serão fornecidas para esclarecer a participação voluntária de seu filho neste estudo, que busca observar se há diferenças nas respostas para um teste de audição antes e depois do Treinamento Auditivo Formal. Se as respostas pós-treinamento forem melhores do que as respostas pré-treinamento, comprovaremos os benefícios do Treinamento Auditivo Formal para crianças com alterações no desenvolvimento da linguagem e no processamento auditivo.

Alterações no desenvolvimento da fala e da escrita podem acontecer por uma dificuldade de identificar e diferenciar os sons da fala. Por isso, a estimulação auditiva (Treinamento Auditivo) pode ajudar a terapia fonoaudiológica e o desenvolvimento da linguagem. Durante o Treinamento Auditivo a criança realiza atividades nas quais ela deve ouvir sons e repeti-los, apontar figuras e repetir palavras apresentadas com ruídos, entre outras atividades.

Todas as crianças do estudo passarão por avaliação auditiva completa composta de **audiometria** (a criança deve avisar sempre que escutar o apito nos fones de ouvido), **imitanciometria** (um equipamento que mede o funcionamento da audição), **potenciais evocados auditivos** (um som e uma silaba são apresentados repetidamente por fones de ouvido e a resposta é captada por eletrodos colados com esparadrapo na pele), e **avaliação do processamento auditivo** (verifica se existem alterações na forma como a pessoa entende aquilo que ouve). Após 8 (oito) semanas todas as crianças serão reavaliadas, tanto aquelas que passarem por Treinamento Auditivo (grupo estudo), quanto as que não passarem (grupo controle).

Os exames e o treinamento auditivo serão realizados no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP na Cid.Universitária, onde estaremos a disposição para tirar dúvidas com relação ao estudo e aos procedimentos e mantê-lo atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Por serem testes demorados as crianças poderão ficar cansadas após a realização dos mesmos podendo, inclusive, ser necessária a realização dos procedimentos em dois dias. O benefício pessoal para as crianças normais será ter a audição avaliada e para as crianças com alteração será obter reabilitação.

Comprometemo-nos a usar os dados coletados somente para este estudo e garantimos que serão analisados em conjunto com outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhuma criança. Fica garantido também o direito de

Anexo B (continuação). Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

se retirar da pesquisa a qualquer momento, sem que isto atrapalhe o acompanhamento fonoaudiológico anterior (se houver) ou mesmo a possibilidade de futuros atendimentos em nosso serviço. No caso de desistência, os dados já coletados serão guardados no prontuário da criança e indisponibilizados para o estudo.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Caso seja necessário, disponibilizamos assistência fonoaudiológica no Centro de Docência e Pesquisa em Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP.

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

Pesquisadora responsável: Profa. Dra. Eliane Schochat – Rua Cipotânia, 51 – Cidade universitária – Tel: 3091-7453
Pesquisadora executane: Fga. Renata Filippini – Rua Diana, 183/apto 21 – Perdizes – Tel: 3865-4104

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo"Treinamento Auditivo no Distúrbio Específico de Linguagem e no Transtorno do Processamento Auditivo: Um estudo com o BioMAP".

Eu discuti com a Profa. Dra. Eliane Schochat sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário.

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

_____

Assinatura do paciente/representante legal Data ___/___/___

_____

Assinatura da testemunha Data ___/___/___

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

(Somente para o responsável do projeto)

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

_____

Assinatura do responsável pelo estudo Data ___/___/___

Anexo C. Folha de registro de coleta do histórico clínico.

MEDICINA USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP

Curso de Fonoaudiologia – Setor de Audiologia Clínica

Anamnese do Processamento Auditivo (Central)

Nome: **Sexo:**

D.N.: **Idade:** **R.G.:**

N°CDP: **N°USP:** **Encaminhado por:** ( ) externo _____ ( ) interno LIF _____

Responsável: **Grau de Parentesco:**

Endereço:

Cidade: **CEP:** **Telefones:**

DATA DO EXAME: **Estagiária:**

Queixa e História da Queixa

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

( ) Quedas ( ) Hipertensão ( ) Outras - qual? _____

Parto

( ) Normal ( ) A termo ( ) Permaneceu em incubadora

( ) Cesárea ( ) pré termo ( ) Cianose ( ) Icterícia

( ) Fórceps *obs:* _____

Desenvolvimento Motor

Idade da fixação da cabeça : _____ Idade em que começou a andar : _____

É ( ) desastrado ( ) cai muito ( ) agitado

Dominância manual: ( ) destro ( ) canhoto

Antecedentes Pessoais

( ) Sarampo ( ) Alergia – qual? _____ ( ) Síndrome – qual? _____

( ) Catapora ( ) Resfriados freqüentes ( ) Sinusite ( ) Convulsões

( ) Caxumba ( ) Infecção de garganta ( ) Adenóide ( ) Febres sem explicações

( ) Rubéola ( ) Bronquite ( ) Rinite ( ) Quedas/ Traumatismo

( ) Meningite ( ) Pneumonia ( ) Respiração Oral

( ) Outros - qual? _____

Cirurgias? Especificar: _____

Hospitalizações? Especificar: _____

Fez uso de medicamento durante período prolongado? _____

(Especificar o motivo, o tipo e o tempo do tratamento realizado)

_____

_____

Faz uso de medicamentos atualmente? _____

(Especificar o motivo, o tipo e o tempo do tratamento realizado)

_____

_____

Anexo C (continuação). Folha de registro de coleta do histórico clínico.

Antecedentes Otológicos

( ) dor de ouvido ( ) otite ( ) Infecção ( ) Supuração ( ) Coceira

Quantas crises? Quando foi a primeira? E a última?

Tratamentos realizados:

Desenvolvimento Auditivo

Escuta bem?	( ) não	( ) sim
Tem dificuldade em prestar atenção quando alguém esta falando?	( ) não	( ) sim
Solicita repetição da informação?	( ) não	( ) sim
Quando escuta por muito tempo, é ( ) distraído, ( ) desatento, ( ) impaciente?		
Tem dificuldade em ouvir e realizar algo ao mesmo tempo? *(Por ex.: Assistir aula tomando nota ou anotar recado ao telefone)*	( ) não	( ) sim
Tem necessidade de pistas visuais para compreender o que foi dito?	( ) não	( ) sim
Aumenta o volume da TV ou senta-se próximo à fonte sonora?	( ) não	( ) sim
Tem dificuldade em entender a fala na presença de ruído?	( ) não	( ) sim
Tem dificuldade de realizar instruções e ordens?	( ) não	( ) sim
Dificuldade em se lembrar da ordem de acontecimentos ao contar uma história ou descrever um ato?	( ) não	( ) sim
Fica estressado em ambiente ruidoso?	( ) não	( ) sim
Tem dificuldade em localizar de onde vem o som?	( ) não	( ) sim
Entende melhor textos escritos ou desenhados do que textos falados?	( ) não	( ) sim
Toca algum instrumento musical?	( ) não	( ) sim

Qual? Há quanto tempo?

Desenvolvimento de linguagem

Idade em que falou as primeiras palavras: Quais foram?

Já apresentou ou apresenta alterações de fala? ( ) não ( ) sim

Qual? _____

Realiza ou realizou tratamento fonoaudiológico? ( ) não ( ) sim

Por quê? Por quanto tempo? _____

Consegue ser bem compreendido através da fala? ( ) não ( ) sim

Compreende ordens verbais? ( ) não ( ) sim

Desenvolvimento escolar

Freqüentou escola a partir de qual idade?

Estuda em escola pública ou privada?

Em que série está? Em qual período?

Já repetiu de ano?	( ) não	( ) sim	Qual série?	Quantas vezes?
O professor tem queixas da criança?	( ) não	( ) sim	Qual?_____	
Aprende com facilidade?	( ) não	( ) sim	_____	
Demora a realizar as tarefas?	( ) não	( ) sim	_____	
Precisa de ajuda para realizá-las?	( ) não	( ) sim	_____	

Qual a disciplina preferida?

Qual a menos apreciada?

Observações Complementares: _____

Anexo D. Protocolo de avaliação do processamento auditivo para os grupos DT e TPA.

MEDICINA USP

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
"Treinamento Auditivo no Distúrbio Específico de Linguagem e no Transtorno do Processamento Auditivo: Um estudo com o BioMAP"
Fga Renata Filippini & Profa. Dra. Eliane Schochat – Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo

Nome: ***Idade:*** ***No.:***

Avaliação ( ) ***Reavaliação*** ( ) ***Data:*** ***Grupo:*** *DT TPA DELa DELb*

Habilidade de Fechamento Auditivo.

Orelha Direita				Orelha Esquerda			
1. Til	8. Boi	14. Mil	20. Nhá	1. Chá	8. Gim	14. Jaz	20. Cal
2. Jaz	9. Vai	15. Tem	21. Cão	2. Dor	9. Dil	15. Rol	21. Rir
3. Rol	10. Mel	16. Dil	22. Tom	3. Mil	10. Nu	16. Tem	22. Cão
4. Pus	11. Nu	17. Dor	23. Seis	4. Tom	11. Pus	17. Faz	23. Ler
5. Faz	12. Lhe	18. Chá	24. Ler	5. Zum	12. Nhá	18. Lhe	24. Vai
6. Gim	13. Cal	19. Zum	25. Sul	6. Mel	13. Sul	19. Boi	25. Seis
7. Rir		*% de acertos*:		7. Til		*% de acertos:*	

Resultado:					
	1ª. orelha: _____	Normal ( ) ≥ 68%		Alterado ( ) ≤ 64%	
	2ª. orelha: _____	Normal ( ) ≥ 70%		Alterado ( ) ≤ 68%	

Habilidade de Figura-Fundo para Sons Lingüísticos.

	A DNC	B DC	C EC	D ENC	erro		E ENC	F EC	G DC	H DNC	erro
1	bota	fora	pega	fogo		**2**	noite	negra	sala	clara	
3	cara	vela	roupa	suja		**4**	minha	nora	nossa	filha	
5	água	limpa	tarde	fresca		**6**	vaga	lume	mori	bundo	
7	joga	fora	chuta	bola		**8**	cerca	viva	milho	verde	
9	ponto	morto	vento	fraco		**10**	bola	grande	rosa	murcha	
11	porta	lápis	bela	jóia		**12**	ovo	mole	peixe	fresco	
13	rapa	tudo	cara	dura		**14**	caixa	alta	braço	forte	
15	malha	grossa	caldo	quente		**16**	queijo	podre	figo	seco	
17	boa	pinta	muito	prosa		**18**	grande	venda	outra	coisa	
19	faixa	branca	pele	preta		**20**	porta	mala	uma	luva	
21	vila	rica	ama	velha		**22**	lua	nova	taça	cheia	
23	gente	grande	vida	boa		**24**	entre	logo	bela	vista	
25	contra	bando	homem	baixo		**26**	auto	móvel	não me	peça	
27	poço	raso	prato	fundo		**28**	sono	calmo	pena	leve	
29	pêra	dura	coco	doce		**30**	folha	verde	mosca	morta	
31	padre	nosso	dia	santo		**32**	meio	a meio	lindo	dia	
33	leite	branco	sopa	quente		**34**	cala	frio	bate	boca	
35	quinze	dias	oito	anos		**36**	sobre	tudo	nosso	nome	
37	queda	livre	copo	d'água		**38**	desde	quando	hoje	cedo	
39	lava	louça	guarda	roupa		**40**	vira	volta	meia	lata	
Total						**Total**					

a) Total de erros	**A:** **H:** DNC =	**B:** **G:** DC =	**C:** **F:** EC =	**D:** **E:** ENC =
% de erros (x 2,5)				
% de acertos				
Resultado:		Normal ( ) Alterado ( )	Normal ( ) Alterado ( )	

b) Efeito de Orelha		**c) Efeito de Ordem**		**d) Inversões**	**e) Padrão Tipo A**
OD (ABCD)	OE (EFGH)	ABEF (1ªs)	CDGH (2ªs)	Total:	Total:
Total:	Normal ( ) Alterado ( )	Total:	Normal ( ) Alterado ( )	Normal ( ) Alterado ( )	Normal ( ) Alterado ( )

Ordenação temporal e transferência inter-hemisférica

TREINO – faixa 2				TESTE – faixa 3					
1	GA	**11**	GA	**1**	AAG	**11**	AGG	**21**	AGA
2	AA	**12**	AG	**2**	AGG	**12**	GAG	**22**	GGA
3	AG	**13**	AA	**3**	GAG	**13**	AAG	**23**	AAG
4	GG	**14**	GA	**4**	GAA	**14**	AAG	**24**	AGA
5	AG	**15**	GG	**5**	GAA	**15**	AGA	**25**	AAG
6	GA	**16**	GA	**6**	GGA	**16**	GAG	**26**	AGA
7	GG	**17**	AA	**7**	GGA	**17**	GAA	**27**	AGA
8	AG	**18**	GA	**8**	AGA	**18**	GGA	**28**	GAG
9	GG	**19**	AG	**9**	AAG	**19**	AGA	**29**	GAA
10	AG	**20**	AA	**10**	GAA	**20**	GGA	**30**	AAG

Discriminação ( )	No. acertos / 20	X 100 =	**Resultado:**	Normal ( )
Ordenação ( )				Alterado ( )

Anexo E. Protocolo de avaliação do processamento auditivo para os grupos DEL.

Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
"Treinamento Auditivo no Distúrbio Específico de Linguagem e no Transtorno do Processamento Auditivo: Um estudo com o BioMAP"
Fga Renata Filippini & Profa. Dra. Eliane Schochat – Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo

Nome: ***Idade:*** ***No.:***

Avaliação ( ) ***Reavaliação*** ( ) ***Data:*** ***Grupo:*** *DT* *TPA* *DELa* *DELb*

Habilidade de Fechamento Auditivo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	% acertos
OD											
OE											

Resultado:	**OD**	_____% de acertos	Normal ( ) ≥ 90%	Alterado ( ) ≤ 80%
	OE	_____% de acertos	Normal ( ) ≥ 90%	Alterado ( ) ≤ 80%

Habilidade de Figura-Fundo para Sons Lingüísticos.

	OD		OE			OD		OE	
1	5	4	8	7	**11**	4	7	8	5
2	4	8	9	7	**12**	8	5	4	7
3	5	9	8	4	**13**	8	9	7	4
4	7	4	5	9	**14**	7	9	5	8
5	9	8	7	5	**15**	9	7	4	5
6	5	7	9	5	**16**	7	8	5	4
7	5	8	9	4	**17**	7	5	9	8
8	4	5	8	9	**18**	8	7	4	9
9	4	9	7	8	**19**	9	4	5	7
10	9	5	4	8	**20**	8	4	7	9
Acertos					**Acertos**				

Total de acertos	OD	*X 2,5*	OD	**Resultado:**	**OD**	Normal ( )	Alterado ( )
	OE		OE		**OE**	Normal ( )	Alterado ( )

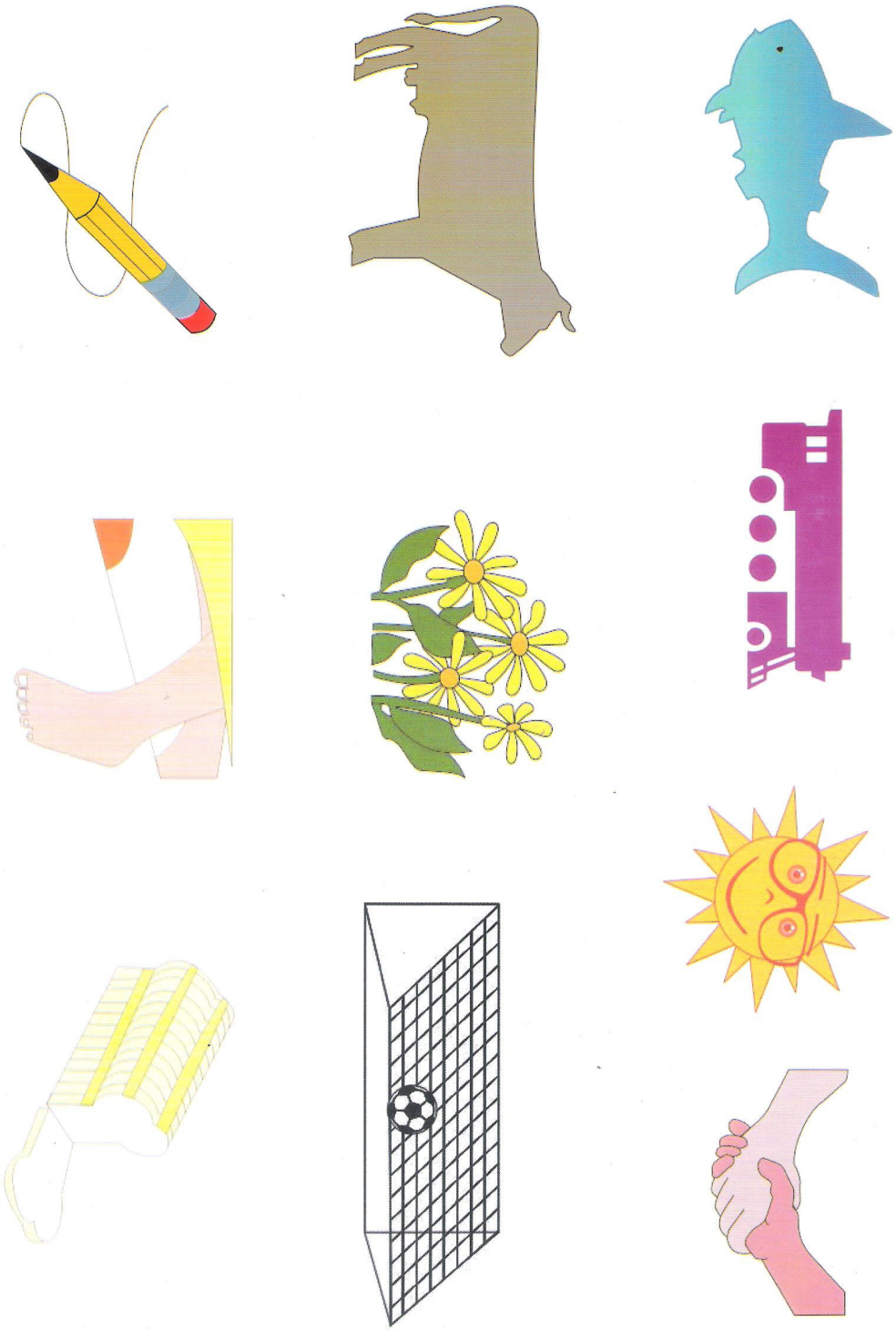
Ordenação temporal e transferência inter-hemisférica

TREINO – faixa 2				TESTE – faixa 3					
1	GA	**11**	GA	**1**	AAG	**11**	AGG	**21**	AGA
2	AA	**12**	AG	**2**	AGG	**12**	GAG	**22**	GGA
3	AG	**13**	AA	**3**	GAG	**13**	AAG	**23**	AAG
4	GG	**14**	GA	**4**	GAA	**14**	AAG	**24**	AGA
5	AG	**15**	GG	**5**	GAA	**15**	AGA	**25**	AAG
6	GA	**16**	GA	**6**	GGA	**16**	GAG	**26**	AGA
7	GG	**17**	AA	**7**	GGA	**17**	GAA	**27**	AGA
8	AG	**18**	GA	**8**	AGA	**18**	GGA	**28**	GAG
9	GG	**19**	AG	**9**	AAG	**19**	AGA	**29**	GAA
10	AG	**20**	AA	**10**	GAA	**20**	GGA	**30**	AAG

Discriminação ( )	$\frac{\text{No. acertos}}{20}$ X 100 =	**Resultado:**	Normal ( )
Ordenação ( )			Alterado ( )

Observações

Anexo F. Cartaz com as figuras do teste identificação de figura com ruído, utilizado na avaliação do processamento auditivo nos sujeitos dos grupos DEL e no TAF.



Anexo G. Protocolo de registro das atividades realizadas em cada sessão do TAF.

Nome: **Fonoaudióloga:**

Habilidades	Testes	A / /	1 / /	2 / /	3 / /	4 / /	5 / /	6 / /	7 / /	8 / /	R / /
Memória para sons em sequencia	Seq sonora de sons verbais										
	Seq sonora de sons nao verbais										
Localização Sonora	Localização										
Fechamento Auditivo	Fala Comprimida										
	Fala Filtrada										
	Fala com Ruído										
	Vocabulo com ruído branco										
	Reconhec frases com ruído branco										
Síntese Binaural	Fusão Binaural										
F/F para sons não linguísticos	Dicótico Não verbal										
	CSE										
F/F para sons linguísticos	Dicótico C/V										
	Dicótico de dígitos										
	SSW										
F/F e associação de estimulos auditivos e visuais	PSI										
	SSI										
	Vocábulo com msg competitiva										
Ordenação temporal e transferência interhemisférica	Padrão de Frequência										
	Padrão de Duração										
Resolução Temporal	RGDT										
	Gap in Noise										

Anexo H. Lista oferecida como sugestão de atividades a serem realizadas em casa.

Atividades para serem realizadas em casa

1. Contar uma mesma história para a criança por três dias consecutivos, no primeiro dia ocluindo a orelha direita da criança com algodão; no segundo dia ocluindo a orelha esquerda com algodão; e no terceiro dia deixando ambas as orelhas livres. Ao final, pedir para ela reproduzir a história, recomeçar o processo com nova história.

2. Contar uma história para a criança após instruí-la a levantar a mão sempre que ouvir uma determinada palavra (escolher uma palavra que apareça várias vezes na história).

3. Contar uma história, fazendo pausa de alguns segundos a cada trecho com significado para que a criança faça uma representação gráfica referente ao mesmo. Ao final, a criança deverá recontar a história com base nestas representações gráficas.

4. Escolher um tema, como por exemplo frutas, peças de vestuário, animais, etc., e trabalhar com a criança da seguinte forma: o adulto diz maça, a criança diz maça/laranja, o adulto diz maça/laranja/abacaxi, a criança diz maça/laranja/abacaxi/mamão, e assim por diante.

5. dar ordens, aumentando progressivamente a complexidade das mesmas de acordo com o desempenho da criança. Exemplo: pedir para a criança pegar o lápis que está sobre a mesa/ pedir para a criança pegar o copo que está no armário e coloca-lo sobre a mesa/ pedir para a criança pegar a blusa que está sobre a cama, colocá-la em uma sacola e levar esta até a sala. As ordens só deverão se tornar mais complexas quando a criança estiver executando com facilidade ordens mais simples.

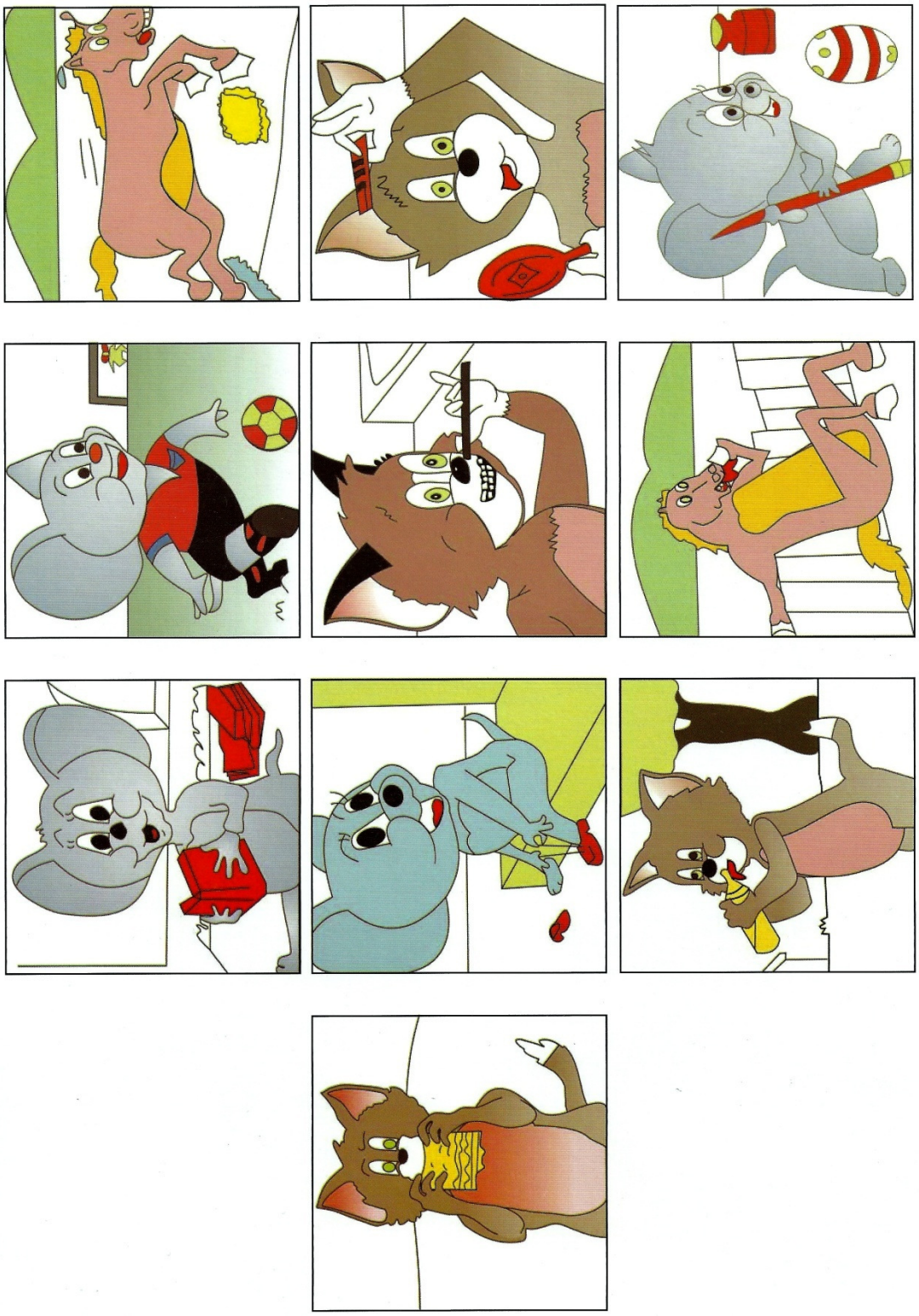
6. Colocar uma musica desconhecida pela criança e interrompê-la após um pequeno trecho para que esta reproduza a letra. Fazer isto até o final da música. Começar com músicas interpretadas por um só cantor, passar para musicas interpretadas por duplas e só então apresentar músicas interpretadas por grupos.

7. Escolher um som grave e outro agudo do teclado e apresentá-los aos pares para a criança dizer se dão iguais ou diferentes (alternar as sequencias grave/grave, grave/agudo, agudo/agudo, ou agudo/grave). Quando a criança não apresentar dificuldades nesta etapa, ela deverá dizer a ordem em que os sons foram produzidos (alternar as seqüências grave/agudo e agudo/grave, mas nunca apresentar sequencias de dois tons iguais, ou seja, grave/grave ou agudo/agudo). Quando o desempenho da criança estiver satisfatório, aumentar o número de tons para três (alternas as sequencias grave/grave/agudo, grave/agudo/agudo, grave/agudo/grave, agudo/agudo/grave, agudo/grave/grave, ou agudo/grave/agudo, mas não apresentar sequencias de tons iguais, ou seja, grave/grave/grave ou agudo/agudo/agudo).

8. Escolher um som curto e outro longo do teclado e apresentá-los aos pares para a criança dizer se dão iguais ou diferentes (alternar as sequencias curto/curto, curto/longo, longo/longo, ou longo/curto). Quando a criança não apresentar dificuldades nesta etapa, ela deverá dizer a ordem em que os sons foram produzidos (alternar as seqüências curto/curto e longo/curto, mas nunca apresentar sequencias de dois tons iguais, ou seja, grave/grave ou longo/longo). Quando o desempenho da criança estiver satisfatório, aumentar o número de tons para três (alternas as seqüências curto/curto/longo, curto/longo/longo, curto/longo/curto, longo/longo/curto, longo/curto/curto, ou longo/curto/longo, mas não apresentar sequencias de tons iguais, ou seja,curto/curto/curto ou longo/longo/longo).

9. fazer sequencias de quatro sons e a criança deve acertar a sequencia mostrada apontando os objetos. Exemplos de sons: caixa de fósforos, molho de chaves, bater colheres, bater palmas, etc..

Anexo I. Cartaz com as figuras das sentenças utilizadas no TAF para treinamento da habilidade de figura-fundo auditivo.



Anexo J. Listas de monossílabos utilizadas no TAF para treinamento da habilidade de fechamento auditivo.

Monossilabos de alta fidelidade

Lista D1	Lista D2	Lista D3	Lista D4
1. til	1. chá	1. dor	1. jaz
2. jaz	2. dor	2. boi	2. cão
3. rol	3. meu	3. til	3. cal
4. pus	4. tom	4. rol	4. boi
5. faz	5. zum	5. gim	5. nu
6. gim	6. mel	6. cal	6. faz
7. rir	7. til	7. nhá	7. gim
8. boi	8. gim	8. chá	8. pus
9. vai	9. dil	9. tom	9. seis
10. mel	10. nu	10. sul	10. nhá
11. nu	11. pus	11. tem	11. meu
12. lhe	12. nha	12. pus	12. tem
13. cal	13. sul	13. nu	13. zum
14. meu	14. jaz	14. cão	14. til
15. tem	15. rol	15. vai	15. lhe
16. dil	16. tem	16. mel	16. sul
17. dor	17. faz	17. rir	17. chá
18. chá	18. lhe	18. jaz	18. rol
19. zum	19. boi	19. zum	19. mel
20. nhá	20. cal	20. mil	20. dor
21. cão	21. rir	21. lhe	21. vai
22. tom	22. cão	22. ler	22. dil
23. seis	23. ler	23. faz	23. tom
24. ler	24. vai	24. seis	24. rir
25. sul	25. seis	25. dil	25. ler

Anexo K . Protocolo do Teste de fala comprimida (Rabelo, 2004) utilizado durante o TAF para treinamento da habilidade de fechamento auditivo.

Teste de Fala Comprimida - Monossílabos

(Rabelo, C.M.. Processamento Auditivo: teste de fala comprimida em português em adultos normo-ouvintes [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2004.)

Nome: D.N.: Idade: Data:

50% de compressão

Lista 01: orelha _____

1. bom	14. já	27. bem	40. lua
2. pó	15. sul	28. dar	41. som
3. dó	16. cor	29. teu	42. nem
4. tão	17. pus	30. quer	43. mel
5. quem	18. bar	31. gás	44. zás
6. gol	19. trem	32. fé	45. chão
7. fui	20. lã	33. vou	46. rir
8. sol	21. rol	34. sim	47. lei
9. zé	22. quis	35. crer	48. fim
10. cruz	23. nu	36. bis	49. ter
11. rim	24. céu	37. dor	50. voz
12. não	25. vi	38. juz	Acertos
13. meu	26. pé	39. réu	

Lista 02: orelha _____

1. pé	14. nó	27. tom	40. crer
2. teu	15. nhá	28. qual	41. gel
3. cal	16. lar	29. boi	42. véu
4. bar	17. lha	30. deu	43. juz
5. dom	18. rir	31. gol	44. já
6. gás	19. brim	32. faz	45. vai
7. fiz	20. grão	33. sal	46. luz
8. chá	21. pr	34. chão	47. fel
9. sol	22. dor	35. mar	48. flor
10. voz	23. pão	36. nem	49. cá
11. zás	24. bem	37. gim	50. til
12. giz	25. cão	38. ler	Acertos
13. mão	26. meu	39. rã	

60% de compressão

Lista 03: orelha _____

1. pá	14. sol	27. mar	40. cru
2. tom	15. nhô	28. que	41. grão
3. cor	16. ler	29. bis	42. céu
4. bom	17. lhe	30. dar	43. mês
5. fiz	18. réu	31. giz	44. juz
6. gás	19. três	32. faz	45. vem
7. fio	20. grau	33. seu	46. lar
8. chá	21. tia	34. chão	47. mel
9. sim	22. cal	35. mim	48. dor
10. vão	23. dia	36. não	49. cão
11. zás	24. pau	37. rum	50. teu
12. já	25. tal	38. lua	Acertos
13. mal	26. pai	39. rir	

Lista 04: orelha _____

1. cor	14. dia	27. dor	40. rio
2. lhe	15. vão	28. til	41. pé
3. já	16. sol	29. vou	42. traz
4. zás	17. três	30. lha	43. sal
5. nhô	18. pau	31. mar	44. céu
6. tia	19. tá	32. vai	45. chão
7. chá	20. réu	33. por	46. lar
8. tal	21. gás	34. nós	47. bar
9. não	22. dar	35. dom	48. zé
10. mal	23. grau	36. nem	49. cão
11. fiz	24. tom	37. teu	50. grão
12. ler	25. voz	38. giz	Acertos
13. cal	26. fio	39. nha	

70% de compressão

Lista 05: orelha _____

1. rio	14. grão	27. gol	40. lhe
2. fio	15. nós	28. chá	41. tal
3. lha	16. sal	29. nhô	42. pá
4. lar	17. mel	30. já	43. gim
5. chão	18. teu	31. não	44. vão
6. traz	19. bar	32. tom	45. fiz
7. gás	20. zé	33. ler	46. cor
8. cal	21. mar	34. pau	47. mal
9. vou	22. por	35. dar	48. réu
10. nem	23. céu	36. zás	49. três
11. dom	24. nhá	37. tia	50. sol
12. giz	25. pé	38. grau	Acertos
13. cão	26. voz	39. dia	

Lista 06: orelha _____

1. pá	14. nhô	27. teu	40. nhá
2. tom	15. ler	28. mel	41. lar
3. cor	16. lhe	29. bar	42. lha
4. gás	17. réu	30. gim	43. rio
5. fiz	18. três	31. gol	44. traz
6. sol	19. grau	32. fio	45. grão
7. chá	20. tia	33. sal	46. por
8. voz	21. cal	34. chão	47. dom
9. vão	22. dia	35. vou	48. nem
10. zás	23. pau	36. giz	49. cão
11. já	24. tal	37. zé	50. céu
12. mal	25. dar	38. mar	Acertos
13. não	26. pé	39. nós	

Teste de Fala Comprimida - Dissílabos

(Rabelo, C.M.. Processamento Auditivo: teste de fala comprimida em português em adultos normo-ouvintes [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2004.)

Nome: D.N.: Idade: Data:

50% de compressão

Lista 01: orelha _____

1. pano	14. rato	27. cara	40. sonho
2. tinta	15. credo	28. dono	41. moda
3. corte	16. grade	29. grito	42. filho
4. bicho	17. primo	30. papo	43. chifre
5. dente	18. asa	31. canto	44. livre
6. gole	19. gente	32. chefe	45. gato
7. ferro	20. vidro	33. sola	46. jovem
8. cinco	21. laço	34. carro	47. nunca
9. china	22. alto	35. gelo	48. traço
10. marca	23. claro	36. pouco	49. zona
11. nossa	24. tigre	37. rede	50. volta
12. banho	25. tombo	38. logo	Acertos
13. rolha	26. baile	39. negro	

Lista 02: orelha _____

1. baile	14. negro	27. tinta	40. credo
2. cara	15. sonho	28. corte	41. grade
3. dono	16. moda	29. bicho	42. primo
4. grito	17. filho	30. dente	43. asa
5. papo	18. chifre	31. gole	44. gente
6. canto	19. livre	32. ferro	45. vidro
7. chefe	20. gato	33. cinco	46. laço
8. sola	21. jovem	34. china	47. alto
9. carro	22. nunca	35. marca	48. claro
10. gelo	23. traço	36. nossa	49. tigre
11. pouco	24. zona	37. banho	50. tombo
12. rede	25. volta	38. rolha	Acertos
13. logo	26. pano	39. rato	

60% de compressão

Lista 03: orelha _____

1. braço	14. linha	27. tela	40. manhã
2. casa	15. mola	28. cama	41. lago
3. disco	16. campo	29. bola	42. calha
4. faca	17. tombo	30. data	43. caro
5. jarra	18. droga	31. gota	44. farol
6. pago	19. salto	32. fonte	45. grito
7. teto	20. lenço	33. cheio	46. placa
8. roda	21. chave	34. santo	47. vidro
9. cedo	22. cravo	35. valsa	48. branco
10. quilo	23. vida	36. zebra	49. blusa
11. laço	24. nuvem	37. gema	50. flauta
12. brilho	25. zelo	38. mala	Acertos
13. nada	26. pato	39. nariz	

Lista 04: orelha _____

1. pato	14. nariz	27. casa	40. mola
2. tela	15. manhã	28. disco	41. campo
3. cama	16. lago	29. faca	42. tombo
4. bola	17. calha	30. jarra	43. droga
5. data	18. caro	31. pago	44. salto
6. gota	19. farol	32. teto	45. lenço
7. fonte	20. grito	33. roda	46. chave
8. cheio	21. placa	34. cedo	47. cravo
9. santo	22. vidro	35. quilo	48. vida
10. valsa	23. branco	36. laço	49. nuvem
11. zebra	24. blusa	37. brilho	50. zelo
12. gema	25. flauta	38. nada	Acertos
13. mala	26. braço	39. linha	

70% de compressão

Lista 05: orelha _____

1. poste	14. ninho	27. tonto	40. cria
2. toca	15. minha	28. quero	41. grosso
3. cola	16. logo	29. bota	42. chave
4. vida	17. malha	30. dado	43. zanga
5. dama	18. farol	31. gola	44. jovem
6. manhã	19. preto	32. furo	45. vela
7. fita	20. grama	33. santo	46. lago
8. chuva	21. bloco	34. marcha	47. salto
9. cento	22. classe	35. mundo	48. clero
10. vento	23. drama	36. neve	49. magro
11. zona	24. plano	37. senha	50. tango
12. gelo	25. trava	38. calha	Acertos
13. mata	26. padre	39. riso	

Lista 06: orelha _____

1. padre	14. riso	27. toca	40. minha
2. tonto	15. cria	28. cola	41. logo
3. quero	16. grosso	29. vida	42. malha
4. bota	17. chave	30. dama	43. farol
5. dado	18. zanga	31. manhã	44. preto
6. gola	19. jovem	32. fita	45. grama
7. furo	20. vela	33. chuva	46. bloco
8. santo	21. lago	34. cento	47. classe
9. marcha	22. salto	35. vento	48. drama
10. mundo	23. clero	36. zona	49. plano
11. neve	24. magro	37. gelo	50. trava
12. senha	25. tango	38. mata	Acertos
13. calha	26. poste	39. ninho	

Anexo L. Protocolo do Teste temporal progressivo auditivo (Borges, 2005) utilizado durante o TAF para treinamento da habilidade do processamento temporal.

Teste Temporal Progressivo Auditivo

(Borges, C.F. Processamento temporal auditivo em crianças com transtorno de leitura [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2005.)

Nome:	Idade:	Data:

Avaliação ☐ Treinamento Auditivo ☐

Tarefa de Ordenação

Padrão de frequência

Faixa 2 **Treino 1**	Faixa 3 **Teste 1** *200ms*	Faixa 4 **Teste 2** *100ms*
1. FG ☐	1. FG(50) ☐	1. FG (50) ☐
2. GF ☐	2. FG (100) ☐	2. FG (100) ☐
3. FG ☐	3. FG (150) ☐	3. GF(100) ☐
4. GF ☐	4. GF (100) ☐	4. FG (150) ☐
5. GF ☐	5. FG (200) ☐	5. FG (200) ☐
6. FG ☐	6. FG (250) ☐	6. FG (250) ☐
7. FG ☐	7. GF (250) ☐	7. FG (250) ☐
8. GF ☐	8. GF(50) ☐	8. GF (50) ☐
9. FG ☐	9. GF(100) ☐	9. GF (150) ☐
10. GF ☐	10. FG (100) ☐	10. GF (250) ☐
	11. GF (200) ☐	11. FG (50) ☐
	12. GF (150) ☐	12. GF (200) ☐
	13. FG (200) ☐	13. FG (100) ☐
	14. GF (50) ☐	14. FG (150) ☐
	15. GF (200) ☐	15. GF (50) ☐
	16. GF (150) ☐	16. GF (100) ☐
	17. FG (150) ☐	17. FG (200) ☐
	18. GF (200) ☐	18. GF (200) ☐
	19. FG (150) ☐	19. GF (250) ☐
	20. GF (250) ☐	20. FG (100) ☐
	21. FG (200) ☐	21. GF (150) ☐
	22. GF (50) ☐	22. GF (50) ☐
	23. FG (250) ☐	23. FG (50) ☐
	24. GF (100) ☐	24. FG (200) ☐
	25. FG (50) ☐	25. GF (100) ☐
	26. GF (150) ☐	26. GF (250) ☐
	27. FG (100) ☐	27. FG (150) ☐
	28. GF (250) ☐	28. GF (150) ☐
	29. FG (250) ☐	29. FG (250) ☐
	30. FG (50) ☐	30. GF (200) ☐

Padrão de duração

Faixa 5 **Treino 2**	Faixa 6 **Teste 3** *200/400 ms*	Faixa 7 **Teste 4** *300/600ms*
1. CL ☐	1. CL (50) ☐	1. CL (50) ☐
2. CL ☐	2. LG (100) ☐	2. CL (100) ☐
3. LC ☐	3. CL (100) ☐	3. LC (100) ☐
4. LC ☐	4. CL (150) ☐	4. CL (150) ☐
5. CL ☐	5. CL (200) ☐	5. LC (50) ☐
6. LC ☐	6. CL (250) ☐	6. CL (200) ☐
7. LC ☐	7. LC (200) ☐	7. CL (250) ☐
8. CL ☐	8. CL (50) ☐	8. LC (200) ☐
9. CL ☐	9. LC (50) ☐	9. LC (250) ☐
10. LC ☐	10. LC (250) ☐	10. CL (100) ☐
	11. CL (250) ☐	11. LC (50) ☐
	12. LC (150) ☐	12. CL (250) ☐
	13. CL (100) ☐	13. CL (50) ☐
	14. LC (50) ☐	14. LC (250) ☐
	15. LC (200) ☐	15. CL (200) ☐
	16. CL (200) ☐	16. LC (100) ☐
	17. LC (100) ☐	17. LC (200) ☐
	18. LC (250) ☐	18. LC (150) ☐
	19. CL (150) ☐	19. CL (150) ☐
	20. LC (150) ☐	20. LC (150) ☐
	21. LC (50) ☐	21. CL (50) ☐
	22. CL (250) ☐	22. LC (200) ☐
	23. CL (50) ☐	23. LC (250) ☐
	24. LC (150) ☐	24. CL (100) ☐
	25. CL (200) ☐	25. CL (150) ☐
	26. CL (100) ☐	26. LC (100) ☐
	27. LC (200) ☐	27. CL (250) ☐
	28. LC (100) ☐	28. LC (50) ☐
	29. CL (150) ☐	29. LC (150) ☐
	30. LC (250) ☐	30. CL (200) ☐

Tarefa de Discriminção

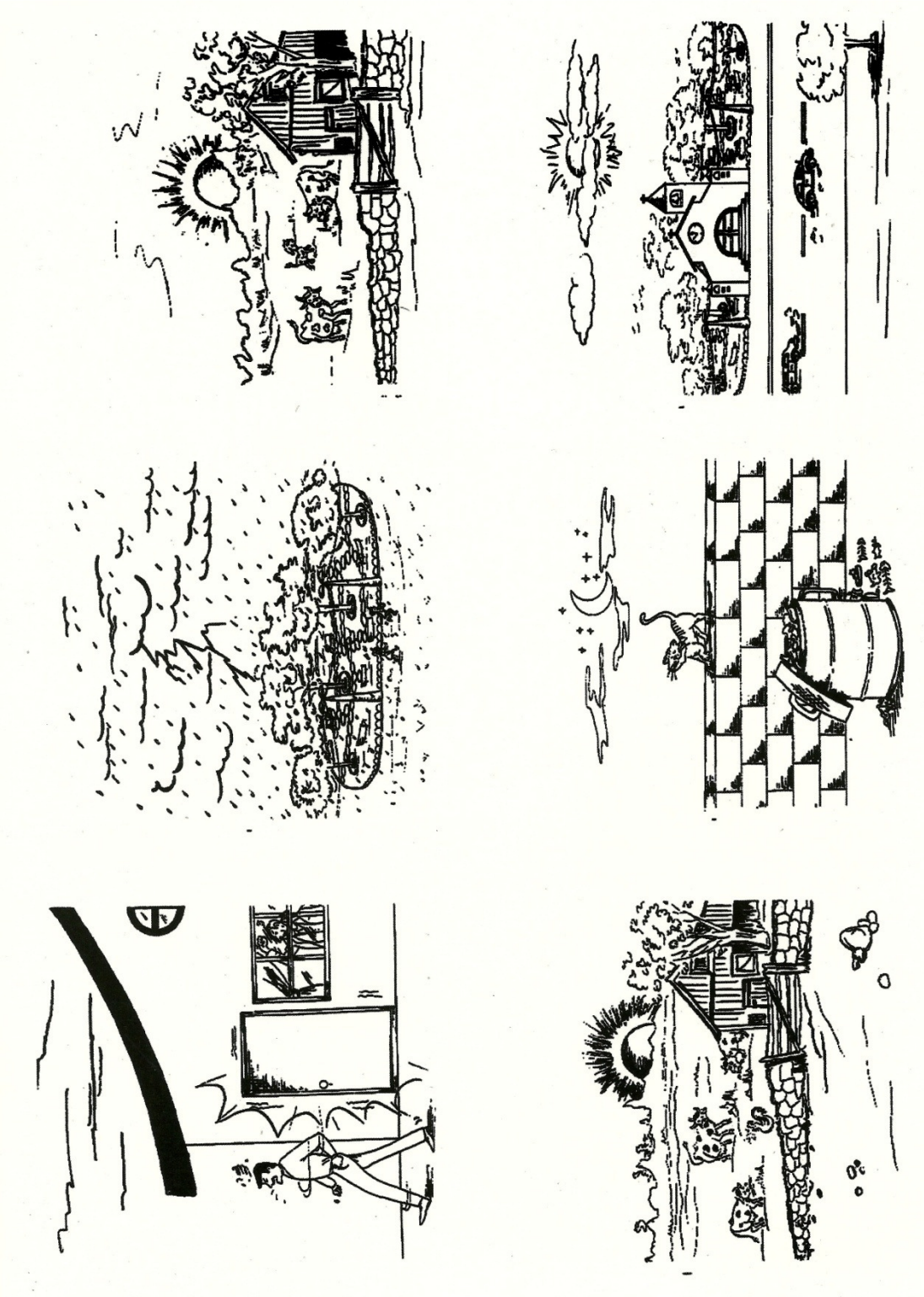
Padrão de frequência

Faixa 8 **Treino 3**	Faixa 9 **Teste 5** *200ms*	Faixa 10 **Teste 6** *100ms*
1. FG ☐	1. GG (100) ☐	1. GG (100) ☐
2. GG ☐	2. FG (250) ☐	2. FG (250) ☐
3. FF ☐	3. FF (50) ☐	3. FF (50) ☐
4. GF ☐	4. GF (100) ☐	4. GF (100) ☐
5. GF ☐	5. GG (150) ☐	5. GG (150) ☐
6. FF ☐	6. GF (150) ☐	6. GF (150) ☐
7. FG ☐	7. FF (200) ☐	7. FF (200) ☐
8. GG ☐	8. GF (50) ☐	8. GF (50) ☐
9. GF ☐	9. FG (100) ☐	9. FG (100) ☐
10. FF ☐	10. FF (200) ☐	10. FF (200) ☐
11. GG ☐	11. GG (100) ☐	11. GG (100) ☐
12. FG ☐	12. FG (50) ☐	12. FG (50) ☐
	13. GF (50) ☐	13. GF (50) ☐
	14. FF (250) ☐	14. FF (250) ☐
	15. FF (150) ☐	15. FF (150) ☐
	16. FG (200) ☐	16. FG (200) ☐
	17. GG (200) ☐	17. GG (200) ☐
	18. GF (50) ☐	18. GF (50) ☐
	19. FG (250) ☐	19. FG (250) ☐
	20. FF (150) ☐	20. FF (250) ☐
	21. GG (100) ☐	21. GG (100) ☐
	22. GF (150) ☐	22. GF (150) ☐
	23. FG (250) ☐	23. FG (250) ☐
	24. FF (200) ☐	24. FF (200) ☐
	25. GF (250) ☐	25. GF (250) ☐
	26. GG (250) ☐	26. GG (200) ☐
	27. FG (150) ☐	27. FG (150) ☐
	28. GF (100) ☐	28. GF (100) ☐
	29. GG (250) ☐	29. GG (250) ☐
	30. FG (200) ☐	30. FG (200) ☐
	31. FF (150) ☐	31. FF (150) ☐
	32. GG (250) ☐	32. GG (250) ☐
	33. FG (200) ☐	33. FG (200) ☐
	34. FF (150) ☐	34. FF (150) ☐
	35. GF (50) ☐	35. GF (50) ☐
	36. FG (250) ☐	36. FG (250) ☐
	37. GF (50) ☐	37. GF (50) ☐
	38. GG (100) ☐	38. GG (100) ☐
	39. FF (50) ☐	39. FF (50) ☐
	40. GG (100) ☐	40. GG (100) ☐

Padrão de duração

Faixa 11 **Treino 4**	Faixa 12 **Teste 7** *300/600ms*	Faixa 13 **Teste 8** *200/400 ms*
1. CL ☐	1. CL (100) ☐	1. CL (100) ☐
2. CC ☐	2. CC (200) ☐	2. CC (200) ☐
3. LL ☐	3. LL (50) ☐	3. LL (50) ☐
4. LC ☐	4. LC (250) ☐	4. LC (250) ☐
5. LL ☐	5. LL (150) ☐	5. LL (150) ☐
6. LC ☐	6. LC (200) ☐	6. LC (200) ☐
7. LL ☐	7. CL (150) ☐	7. CL (150) ☐
8. LC ☐	8. CC (250) ☐	8. CC (250) ☐
9. CC ☐	9. LL (100) ☐	9. LL (100) ☐
10. CL ☐	10. CL (250) ☐	10. CL (250) ☐
11. CC ☐	11. CC (50) ☐	11. CC (50) ☐
12. CL ☐	12. LC (250) ☐	12. LC (250) ☐
	13. CL (150) ☐	13. CL (150) ☐
	14. CC (100) ☐	14. CC (100) ☐
	15. CL (50) ☐	15. CL (50) ☐
	16. LL (200) ☐	16. LL (200) ☐
	17. CL (100) ☐	17. CL (100) ☐
	18. LL (200) ☐	18. LL (200) ☐
	19. LC (50) ☐	19. LC (50) ☐
	20. CC (150) ☐	20. CC (150) ☐
	21. CC (150) ☐	21. CC (150) ☐
	22. LL (250) ☐	22. LC (250) ☐
	23. CL (100) ☐	23. CL (100) ☐
	24. LL (150) ☐	24. LL (150) ☐
	25. LC (50) ☐	25. LC (50) ☐
	26. LC (200) ☐	26. LL (200) ☐
	27. LL (250) ☐	27. LL (250) ☐
	28. LL (100) ☐	28. LL (1000 ☐
	29. CC (150) ☐	29. CC (150) ☐
	30. CL (50) ☐	30. CL (50) ☐
	31. LC (200) ☐	31. LC (200) ☐
	32. CC (250) ☐	32. CC (250) ☐
	33. CC (100) ☐	33. CC (100) ☐
	34. LC (200) ☐	34. LC (200) ☐
	35. LC (50) ☐	35. LC (50) ☐
	36. CL (250) ☐	36. CL (250) ☐
	37. LL (150) ☐	37. LL (150) ☐
	38. CC (100) ☐	38. CC (100) ☐
	39. LC (200) ☐	39. LC (200) ☐
	40. CL (50) ☐	40. CL (50) ☐

Anexo M. Cartaz com as figuras dos sons utilizados no TAF para treinamento da habilidade de integração e separação binaural.



Anexo N. Tabelas de análise de variância

Avaliação Comportamental do PA(C)

FA

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
Orelha	12,69	1	12,69	0,22	0,644
Orelha * Grupo	909,2	3	303,07	5,14	0,003
Avaliação	1000,54	1	1000,54	16,96	<0,001
Avaliação * Grupo	594,39	3	198,13	3,36	0,023
Orelha * Avaliação	0,68	1	0,68	0,01	0,915
Orelha * Avaliação * Grupo	118,84	3	39,61	0,67	0,572
Grupo	3950,48	3	1316,83	6,37	0,002
Resíduo	5374,48	26	206,71		

FF

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
Orelha	17,3	1	17,31	0,08	0,779
Orelha * Grupo	86,9	3	28,95	0,13	0,939
Resíduo(Orelha)	5616,7	26	216,03		
Avaliação	1615,0	1	1615,00	20,49	<0,001
Avaliação * Grupo	1407,6	3	469,20	5,95	0,003
Resíduo(Avaliação)	2048,9	26	78,81		
Orelha * Avaliação	5,2	1	5,17	0,21	0,648
Orelha * Avaliação * Grupo	60,7	3	20,23	0,84	0,486
Resíduo(Orelha*Avaliação)	628,3	26	24,17		
Grupo	17607,9	3	5869,31	8,04	0,001
Resíduo	18973,6	26	729,75		

OT

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
Avaliação	1302,7	1	1302,7	30,7	<0,001
Avaliação * Grupo	1062,7	3	354,2	8,3	<0,001
Resíduo(Avaliação)	1104,1	26	42,5		
Grupo	13901,6	3	4633,9	7,9	0,001
Resíduo	15207,7	26	584,9		

Anexo N (continuação). Tabelas de análise de variância

PEATE para sons complexos

Onda V – Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	2,79	1	2,79	15,31	0,001
avaliação * Grupo	1,53	3	0,51	2,79	0,060
Resíduo(avaliação)	4,74	26	0,18		
condição	87,40	1	87,40	210,36	<0,001
condição * Grupo	6,47	3	2,16	5,19	0,006
Resíduo(condição)	10,80	26	0,42		
avaliação * condição	2,90	1	2,90	19,61	<0,001
avaliação * condição * Grupo	1,77	3	0,59	3,99	0,018
Resíduo(avaliação*condição)	3,85	26	0,15		
Grupo	10,06	3	3,35	2,92	0,053
Resíduo	29,89	26	1,15		

Onda V – Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,002	1	0,002	0,722	0,403
avaliação * Grupo	0,023	3	0,008	2,474	0,084
Resíduo(avaliação)	0,082	26	0,003		
condição	0,430	1	0,430	64,532	<0,001
condição * Grupo	0,038	3	0,013	1,881	0,158
Resíduo(condição)	0,173	26	0,007		
avaliação * condição	0,007	1	0,007	2,544	0,123
avaliação * condição * Grupo	0,004	3	0,001	0,489	0,693
Resíduo(avaliação*condição)	0,070	26	0,003		
Grupo	0,093	3	0,031	4,235	0,015
Resíduo	0,190	26	0,007		

Onda A – Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
Avaliação	2,875	1	2,875	11,64	0,002
Avaliação * Grupo	1,596	3	0,532	2,154	0,118
Resíduo(Avaliação)	6,422	26	0,247		
Condição	109,116	1	109,116	257,48	<0,001
Condição * Grupo	8,478	3	2,826	6,669	0,002
Resíduo(Condição)	11,018	26	0,424		
Avaliação * Condição	3,614	1	3,614	18,266	<0,001
Avaliação * Condição * Grupo	1,397	3	0,466	2,353	0,095
Resíduo(Avaliação*Condição)	5,145	26	0,198		
Grupo	7,78	3	2,59	2,258	0,105
Resíduo	29,87	26	1,15		

Anexo N (continuação). Tabelas de análise de variância

PEATE para sons complexos

Onda A – Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
Avaliação	0,004	1	0,004	0,991	0,329
Avaliação * Grupo	0,010	3	0,003	0,744	0,535
Resíduo(Avaliação)	0,117	26	0,004		
Condição	1,841	1	1,841	165,930	<0,001
Condição * Grupo	0,134	3	0,045	4,011	0,018
Resíduo(Condição)	0,289	26	0,011		
Avaliação * Condição	0,002	1	0,002	0,541	0,469
Avaliação * Condição * Grupo	0,004	3	0,001	0,374	0,772
Resíduo(Avaliação*Condição)	0,090	26	0,003		
Grupo	0,099	3	0,033	2,484	0,083
Resíduo	0,346	26	0,013		

Onda C- Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	11,86	1	11,86	18,43	<0,001
avaliação * Grupo	3,02	3	1,01	1,56	0,222
Resíduo(avaliação)	16,73	26	0,64		
condição	63,80	1	63,80	59,49	<0,001
condição * Grupo	8,97	3	2,99	2,79	0,061
Resíduo(condição)	27,89	26	1,07		
avaliação * condição	2,01	1	2,01	4,40	0,046
avaliação * condição * Grupo	4,12	3	1,37	3,01	0,049
Resíduo(avaliação*condição)	11,88	26	0,46		
Grupo	28,05	3	9,35	7,72	0,001
Resíduo	31,50	26	1,21		

Onda C- Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,000	1	0,000	0,429	0,518
avaliação * Grupo	0,001	3	0,000	0,403	0,752
Resíduo(avaliação)	0,029	26	0,001		
condição	0,088	1	0,088	35,035	<0,001
condição * Grupo	0,026	3	0,009	3,420	0,032
Resíduo(condição)	0,065	26	0,003		
avaliação * condição	0,002	1	0,002	0,807	0,377
avaliação * condição * Grupo	0,004	3	0,001	0,477	0,701
Resíduo(avaliação*condição)	0,068	26	0,003		
Grupo	0,050	3	0,017	4,897	0,008
Resíduo	0,088	26	0,003		

Anexo N (continuação). Tabelas de análise de variância

PEATE para sons complexos

Onda D- Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	1,50	1	1,50	3,88	0,059
avaliação * Grupo	4,68	3	1,56	4,04	0,017
Resíduo(avaliação)	10,02	26	0,39		
condição	152,07	1	152,07	214,11	<0,001
condição * Grupo	14,99	3	5,00	7,04	0,001
Resíduo(condição)	18,47	26	0,71		
avaliação * condição	1,01	1	1,01	3,66	0,067
avaliação * condição * Grupo	3,70	3	1,23	4,47	0,012
Resíduo(avaliação*condição)	7,17	26	0,28		
Grupo	27,82	3	9,27	9,26	<0,001
Resíduo	26,05	26	1,00		

Onda D - Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,002	1	0,002	0,29	0,589
avaliação * Grupo	0,031	3	0,010	1,60	0,190
condição	0,658	1	0,658	102,76	<0,001
condição * Grupo	0,001	3	0,001	0,07	0,974
avaliação * condição	0,002	1	0,002	0,24	0,625
avaliação * condição * Grupo	0,006	3	0,002	0,29	0,834
Grupo	0,005	3	0,002	0,11	0,952
Resíduo	1,165	182	0,006		

Onda E – Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,01	1	0,01	0,03	0,873
avaliação * Grupo	5,12	3	1,71	3,18	0,041
Resíduo(avaliação)	13,96	26	0,54		
condição	98,12	1	98,12	84,95	<0,001
condição * Grupo	5,44	3	1,81	1,57	0,220
Resíduo(condição)	30,03	26	1,16		
avaliação * condição	0,15	1	0,15	0,30	0,587
avaliação * condição * Grupo	0,25	3	0,08	0,16	0,919
Resíduo(avaliação*condição)	13,24	26	0,51		
Grupo	13,97	3	4,66	3,37	0,034
Resíduo	35,91	26	1,38		

Anexo N (continuação). Tabelas de análise de variância

PEATE para sons complexos

Onda E – Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,001	1	0,001	0,074	0,788
avaliação * Grupo	0,040	3	0,013	1,802	0,172
Resíduo(avaliação)	0,194	26	0,007		
condição	0,564	1	0,564	57,309	<0,001
condição * Grupo	0,010	3	0,003	0,335	0,800
Resíduo(condição)	0,256	26	0,01		
avaliação * condição	0,006	1	0,006	0,997	0,327
avaliação * condição * Grupo	0,042	3	0,014	2,263	0,105
Resíduo(avaliação*condição)	0,162	26	0,006		
Grupo	0,005	3	0,002	0,119	0,948
Resíduo	0,385	26	0,015		

Onda F - Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,82	1	0,82	1,73	0,200
avaliação * Grupo	0,56	3	0,19	0,39	0,758
Resíduo(avaliação)	12,29	26	0,47		
condição	63,34	1	63,34	55,23	<0,001
condição * Grupo	12,19	3	4,06	3,54	0,028
Resíduo(condição)	29,81	26	1,15		
avaliação * condição	0,45	1	0,45	1,27	0,270
avaliação * condição * Grupo	0,51	3	0,17	0,48	0,699
Resíduo(avaliação*condição)	9,18	26	0,35		
Grupo	10,92	3	3,64	1,51	0,235
Resíduo	62,61	26	2,41		

Onda F – Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,010	1	0,01	1,75	0,198
avaliação * Grupo	0,015	3	0,005	0,817	0,497
Resíduo(avaliação)	0,144	24	0,006		
condição	0,993	1	0,993	66,124	<0,001
condição * Grupo	0,050	3	0,017	1,11	0,365
Resíduo(condição)	0,360	24	0,015		
avaliação * condição	0,011	1	0,011	3,511	0,073
avaliação * condição * Grupo	0,026	3	0,009	2,711	0,067
Resíduo(avaliação*condição)	0,078	24	0,003		
Grupo	0,023	3	0,008	0,469	0,707
Resíduo	0,394	24	0,016		

Anexo N (continuação). Tabelas de análise de variância

PEATE para sons complexos

Onda O – Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,02	1	0,02	0,04	0,837
avaliação * Grupo	1,41	3	0,47	1,28	0,301
Resíduo(avaliação)	9,52	26	0,37		
condição	64,47	1	64,47	61,00	<0,001
condição * Grupo	19,52	3	6,51	6,16	0,003
Resíduo(condição)	27,48	26	1,06		
avaliação * condição	0,10	1	0,10	0,33	0,572
avaliação * condição * Grupo	1,43	3	0,48	1,63	0,206
Resíduo(avaliação*condição)	7,61	26	0,29		
Grupo	13,887	3	4,63	3,29	0,037
Resíduo	36,635	26	1,41		

Onda O – Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,018	1	0,018	4,07	0,055
avaliação * Grupo	0,007	3	0,002	0,51	0,677
Resíduo(avaliação)	0,107	24	0,004		
condição	0,655	1	0,655	61,99	<0,001
condição * Grupo	0,027	3	0,009	0,86	0,474
Resíduo(condição)	0,254	24	0,011		
avaliação * condição	0,006	1	0,006	1,84	0,188
avaliação * condição * Grupo	0,012	3	0,004	1,13	0,357
Resíduo(avaliação*condição)	0,084	24	0,004		
Grupo	0,082	3	0,027	2,36	0,096
Resíduo	0,279	24	0,012		

Complexo VA – Latência

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	2,6E-07	1	2,63E-07	0,00	0,998
avaliação * Grupo	0,259	3	0,086	2,09	0,126
Resíduo(avaliação)	1,075	26	0,041		
condição	1,251	1	1,251	17,90	<0,001
condição * Grupo	0,423	3	0,141	2,02	0,136
Resíduo(condição)	1,817	26	0,07		
avaliação * condição	0,001	1	0,001	0,01	0,909
avaliação * condição * Grupo	0,06	3	0,02	0,36	0,780
Resíduo(avaliação*condição)	1,44	26	0,055		
Grupo	0,125	3	0,042	0,31	0,819
Resíduo	3,497	26	0,135		

Anexo N (continuação). Tabelas de análise de variância

PEATE para sons complexos

Complexo VA – Amplitude

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,000	1	2,17E-06	0,001	0,981
avaliação * Grupo	0,017	3	0,006	1,426	0,258
Resíduo(avaliação)	0,102	26	0,004		
condição	2,095	1	2,095	181,203	<0,001
condição * Grupo	0,094	3	0,031	2,722	0,065
Resíduo(condição)	0,301	26	0,012		
avaliação * condição	0,009	1	0,009	2,784	0,107
avaliação * condição * Grupo	0,005	3	0,002	0,449	0,72
Resíduo(avaliação*condição)	0,087	26	0,003		
Grupo	0,080	3	0,027	1,883	0,157
Resíduo	0,366	26	0,014		

Complexo VA - Slope

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
avaliação	0,000	1	0,000	0,082	0,777
avaliação * Grupo	0,030	3	0,010	2,374	0,093
Resíduo(avaliação)	0,109	26	0,004		
condição	2,808	1	2,808	179,008	<0,001
condição * Grupo	0,118	3	0,039	2,499	0,082
Resíduo(condição)	0,408	26	0,016		
avaliação * condição	0,010	1	0,01	2,089	0,160
avaliação * condição * Grupo	0,005	3	0,002	0,375	0,772
Resíduo(avaliação*condição)	0,122	26	0,005		
Grupo	0,110	3	0,037	1,938	0,148
Resíduo	0,491	26	0,019		

Anexo O. Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

Avaliação Comportamental do PA(C)

FA - Orelha direita

Grupo	Avaliação	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	84,57	8,77	72	84	100
	final	7	90,86	5,98	84	92	100
TPA	inicial	9	75,11	8,67	64	76	88
	final	9	78,67	10,20	60	80	96
DELa	inicial	6	85,00	18,71	50	90	100
	final	6	96,67	5,16	90	100	100
DELb	inicial	8	91,25	9,91	70	90	100
	final	8	92,50	10,35	70	95	100

FA - Orelha esquerda

Grupo	Avaliação	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	92,00	7,30	80	92	100
	final	7	92,00	4,62	88	92	100
TPA	inicial	9	77,78	9,62	64	80	92
	final	9	81,33	9,38	68	80	96
DELa	inicial	6	71,67	17,22	40	75	90
	final	6	88,33	7,53	80	90	100
DELb	inicial	8	91,25	9,91	70	90	100
	final	8	95,00	5,35	90	95	100

FF - Orelha direita

Grupo	Avaliação	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	93,93	4,30	88	95	100
	final	7	94,29	4,73	90	92,5	100
TPA	inicial	9	53,61	18,29	25	55	83
	final	9	68,89	20,62	38	67,5	93
DELa	inicial	6	67,50	14,14	50	66,3	85
	final	6	84,17	8,90	70	83,8	98
DELb	inicial	8	85,00	17,73	50	93,8	98
	final	8	84,06	17,11	50	90	98

FF – Orelha esquerda

Grupo	Avaliação	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	92,50	6,12	83	90	100
	final	7	93,21	5,35	85	92,5	100
TPA	inicial	9	55,83	23,12	25	62,5	88
	final	9	66,67	25,92	32,5	72,5	100
DELa	inicial	6	70,00	10,95	50	72,5	83
	final	6	84,58	8,43	70	85	95
DELb	inicial	8	80,31	17,19	50	87,5	95
	final	8	82,19	17,85	50	90	97,5

OT

Grupo	Avaliação	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	94,29	4,50	90	95	100
	final	7	95,36	4,19	90	95	100
TPA	inicial	9	47,22	15,64	25	45	70
	final	9	65,00	18,03	30	60	85
DELa	inicial	6	53,33	28,75	25	50	100
	final	6	71,25	25,39	30	72,5	100
DELb	inicial	8	60,00	17,32	35	62,5	85
	final	8	60,94	17,21	35	67,5	83

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos no silêncio

Onda V – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	6,53	0,33	6,22	6,51	7,24
	final	7	6,63	0,24	6,24	6,66	6,95
TPA	inicial	9	6,66	0,40	6,08	6,81	7,24
	final	9	6,63	0,36	5,93	6,66	7,10
DELa	inicial	6	6,64	0,31	6,37	6,51	7,10
	final	6	6,67	0,44	6,22	6,51	7,32
DELb	inicial	8	6,59	0,31	6,22	6,59	7,10
	final	8	6,59	0,26	6,22	6,59	6,95

Onda V – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,24	0,11	0,10	0,18	0,42
	final	7	0,17	0,07	0,04	0,17	0,27
TPA	inicial	9	0,08	0,04	0,01	0,08	0,14
	final	9	0,10	0,06	0,02	0,10	0,17
DELa	inicial	6	0,15	0,07	0,07	0,13	0,23
	final	6	0,11	0,06	0,02	0,11	0,20
DELb	inicial	8	0,21	0,10	0,04	0,19	0,38
	final	8	0,17	0,06	0,05	0,18	0,24

Onda A – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	7,45	0,30	7,10	7,39	7,97
	final	7	7,60	0,37	7,10	7,53	8,15
TPA	inicial	9	7,83	0,54	6,95	7,97	8,70
	final	9	7,71	0,43	6,81	7,68	8,26
DELa	inicial	6	7,51	0,27	7,24	7,46	7,83
	final	6	7,58	0,44	7,10	7,46	8,12
DELb	inicial	8	7,63	0,19	7,39	7,61	7,83
	final	8	7,48	0,28	7,10	7,46	7,83

Onda A – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,40	0,14	0,15	0,39	0,64
	final	7	0,36	0,06	0,27	0,35	0,47
TPA	inicial	9	0,24	0,07	0,15	0,21	0,36
	final	9	0,27	0,09	0,16	0,26	0,43
DELa	inicial	6	0,25	0,07	0,16	0,25	0,36
	final	6	0,26	0,09	0,13	0,28	0,38
DELb	inicial	8	0,32	0,10	0,24	0,27	0,47
	final	8	0,35	0,14	0,19	0,33	0,59

DP = Desvio Padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>no silêncio</u>

Onda C – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	18,43	0,73	17,31	18,47	19,64
	final	7	18,21	0,43	17,45	18,33	18,76
TPA	inicial	9	18,46	0,56	17,89	18,33	19,64
	final	9	18,36	0,26	18,03	18,33	18,91
DELa	inicial	6	18,74	0,79	18,03	18,55	20,22
	final	6	18,56	0,77	17,45	18,45	19,78
DELb	inicial	8	18,89	0,58	18,18	18,77	19,93
	final	8	18,58	0,59	17,89	18,47	19,93

Onda C – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,17	0,05	0,11	0,18	0,24
	final	7	0,13	0,04	0,06	0,13	0,20
TPA	inicial	9	0,09	0,06	0,02	0,07	0,19
	final	9	0,10	0,04	0,04	0,09	0,16
DELa	inicial	6	0,12	0,06	0,03	0,12	0,22
	final	6	0,13	0,04	0,08	0,13	0,19
DELb	inicial	8	0,11	0,06	0,03	0,11	0,23
	final	8	0,11	0,05	0,05	0,10	0,19

Onda D – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	22,22	0,44	21,83	22,12	23,14
	final	7	22,45	0,37	21,97	22,56	22,85
TPA	inicial	9	22,77	0,69	22,12	22,56	24,31
	final	9	22,49	0,22	21,97	22,56	22,70
DELa	inicial	6	22,51	0,57	21,97	22,41	23,58
	final	6	22,22	0,45	21,83	22,05	22,85
DELb	inicial	8	22,39	0,24	21,97	22,41	22,85
	final	8	22,14	0,46	21,24	22,12	22,70

Onda D – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,19	0,08	0,08	0,20	0,30
	final	7	0,23	0,09	0,14	0,23	0,40
TPA	inicial	9	0,20	0,08	0,11	0,18	0,35
	final	9	0,22	0,10	0,04	0,21	0,38
DELa	inicial	6	0,27	0,10	0,13	0,28	0,42
	final	6	0,26	0,15	0,08	0,25	0,46
DELb	inicial	8	0,28	0,07	0,14	0,29	0,38
	final	8	0,19	0,10	0,07	0,19	0,35

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>no silêncio</u>

Onda E – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	31,04	0,48	30,43	31,16	31,89
	final	7	31,16	0,44	30,72	31,04	31,87
TPA	inicial	9	31,42	0,71	30,43	31,31	32,91
	final	9	31,19	0,26	30,72	31,31	31,45
DELa	inicial	6	31,45	0,88	30,58	31,16	32,91
	final	6	30,72	0,57	29,70	30,80	31,45
DELb	inicial	8	30,80	0,35	30,29	30,80	31,45
	final	8	31,02	0,27	30,58	31,09	31,31

Onda E - Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,24	0,08	0,13	0,23	0,37
	final	7	0,17	0,06	0,11	0,16	0,28
TPA	inicial	9	0,22	0,05	0,14	0,22	0,30
	final	9	0,25	0,12	0,10	0,20	0,51
DELa	inicial	6	0,17	0,06	0,07	0,17	0,24
	final	6	0,23	0,08	0,10	0,26	0,33
DELb	inicial	8	0,21	0,07	0,13	0,21	0,36
	final	8	0,18	0,07	0,12	0,16	0,31

Onda F - Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	39,41	0,55	38,74	39,33	40,35
	final	7	39,33	0,64	38,16	39,33	40,35
TPA	inicial	9	39,75	0,54	38,89	39,62	40,93
	final	9	39,61	0,55	39,18	39,40	40,93
DELa	inicial	6	39,59	0,97	38,45	39,40	41,37
	final	6	39,23	0,34	38,74	39,33	39,62
DELb	inicial	8	39,27	0,39	38,74	39,32	39,91
	final	8	39,37	0,53	38,74	39,33	40,49

Onda F - Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,32	0,10	0,15	0,34	0,43
	final	7	0,22	0,06	0,13	0,23	0,28
TPA	inicial	9	0,30	0,14	0,13	0,27	0,50
	final	9	0,22	0,07	0,11	0,23	0,34
DELa	inicial	6	0,20	0,07	0,11	0,20	0,29
	final	6	0,22	0,12	0,11	0,20	0,41
DELb	inicial	8	0,27	0,13	0,10	0,23	0,50
	final	8	0,27	0,14	0,09	0,27	0,50

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>no silêncio</u>

Onda O - Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	48,10	0,38	47,64	48,08	48,66
	final	7	47,94	0,29	47,49	47,99	48,37
TPA	inicial	9	48,21	0,39	47,49	48,37	48,81
	final	9	48,01	0,62	47,49	47,93	49,54
DELa	inicial	6	47,88	0,46	47,06	47,93	48,37
	final	6	47,93	0,31	47,64	47,86	48,37
DELb	inicial	8	48,13	0,34	47,79	48,01	48,66
	final	8	47,95	0,59	47,35	47,71	48,81

Onda O - Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,24	0,14	0,08	0,19	0,42
	final	7	0,21	0,07	0,11	0,22	0,30
TPA	inicial	9	0,14	0,07	0,07	0,10	0,25
	final	9	0,17	0,09	0,02	0,18	0,28
DELa	inicial	6	0,20	0,10	0,05	0,18	0,34
	final	6	0,23	0,09	0,11	0,23	0,32
DELb	inicial	8	0,19	0,07	0,10	0,17	0,31
	final	8	0,18	0,10	0,10	0,15	0,41

Complexo VA – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,92	0,14	0,73	0,88	1,17
	final	7	0,92	0,14	0,73	0,88	1,17
TPA	inicial	9	1,17	0,18	0,88	1,17	1,46
	final	9	1,10	0,18	0,73	1,17	1,31
DELa	inicial	6	0,88	0,13	0,73	0,88	1,02
	final	6	0,91	0,16	0,73	0,88	1,17
DELb	inicial	8	1,02	0,21	0,73	1,02	1,31
	final	8	0,90	0,09	0,73	0,88	1,02

Complexo VA – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,41	0,15	0,15	0,39	0,64
	final	7	0,34	0,07	0,24	0,34	0,47
TPA	inicial	9	0,26	0,09	0,17	0,20	0,46
	final	9	0,27	0,09	0,16	0,28	0,43
DELa	inicial	6	0,29	0,07	0,20	0,28	0,38
	final	6	0,29	0,06	0,20	0,29	0,38
DELb	inicial	8	0,35	0,11	0,24	0,32	0,48
	final	8	0,35	0,14	0,19	0,33	0,59

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>no silêncio</u>

Complexo VA - Slope

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Silêncio							
DT	inicial	7	0,45	0,17	0,21	0,44	0,73
	final	7	0,37	0,09	0,26	0,38	0,53
TPA	inicial	9	0,22	0,10	0,14	0,18	0,45
	final	9	0,25	0,08	0,14	0,23	0,42
DELa	inicial	6	0,33	0,04	0,27	0,33	0,37
	final	6	0,32	0,07	0,23	0,31	0,43
DELb	inicial	8	0,35	0,11	0,19	0,37	0,48
	final	8	0,38	0,13	0,22	0,35	0,58

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos na presença de ruído

Onda V – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	7,05	0,97	6,08	6,95	8,70
	final	7	6,83	0,69	6,22	6,66	8,12
TPA	inicial	9	8,05	0,91	6,81	8,12	9,87
	final	9	7,86	1,10	6,08	8,26	8,99
DELa	inicial	6	9,12	0,76	7,97	9,29	10,01
	final	6	7,95	0,84	6,51	8,27	8,70
DELb	inicial	8	7,92	0,95	6,81	7,76	9,58
	final	8	7,54	0,34	7,10	7,39	7,97

Onda V – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,10	0,05	0,02	0,11	0,17
	final	7	0,08	0,04	0,04	0,09	0,13
TPA	inicial	9	0,04	0,02	0,01	0,03	0,07
	final	9	0,05	0,05	0,01	0,03	0,18
DELa	inicial	6	0,06	0,03	0,03	0,05	0,09
	final	6	0,05	0,04	0,01	0,05	0,09
DELb	inicial	8	0,05	0,03	0,01	0,05	0,10
	final	8	0,05	0,06	0,01	0,03	0,20

Onda A – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	8,29	0,94	7,39	7,83	10,16
	final	7	8,13	0,79	7,24	7,97	9,65
TPA	inicial	9	9,30	0,94	8,26	9,28	11,47
	final	9	8,75	1,03	6,95	8,99	10,01
DELa	inicial	6	10,09	0,83	8,70	10,24	11,18
	final	6	9,07	0,87	7,83	9,43	9,87
DELb	inicial	8	9,07	0,77	8,12	9,21	10,16
	final	8	8,72	0,31	8,41	8,71	9,14

Onda A – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,15	0,08	0,06	0,15	0,28
	final	7	0,15	0,05	0,07	0,14	0,21
TPA	inicial	9	0,11	0,05	0,06	0,10	0,21
	final	9	0,12	0,04	0,06	0,12	0,19
DELa	inicial	6	0,15	0,05	0,09	0,14	0,24
	final	6	0,17	0,07	0,07	0,16	0,26
DELb	inicial	8	0,13	0,06	0,09	0,11	0,23
	final	8	0,12	0,05	0,07	0,12	0,20

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>na presença de ruído</u>

Onda C – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	18,97	1,26	17,20	19,20	20,70
	final	7	18,47	0,64	17,45	18,33	19,49
TPA	inicial	9	19,72	0,96	18,20	19,49	21,70
	final	9	19,53	0,62	18,33	19,53	20,51
DELa	inicial	6	21,21	1,11	19,50	21,16	22,40
	final	6	19,17	0,70	18,03	19,17	20,08
DELb	inicial	8	20,01	1,33	18,50	19,83	22,70
	final	8	19,76	1,26	18,03	19,76	22,12

Onda C – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,06	0,03	0,03	0,06	0,13
	final	7	0,09	0,03	0,04	0,10	0,12
TPA	inicial	9	0,05	0,03	0,02	0,05	0,12
	final	9	0,08	0,05	0,02	0,06	0,16
DELa	inicial	6	0,10	0,05	0,05	0,08	0,17
	final	6	0,12	0,05	0,03	0,13	0,17
DELb	inicial	8	0,08	0,07	0,03	0,06	0,24
	final	8	0,07	0,02	0,05	0,07	0,12

Onda D – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	23,43	0,82	22,12	23,29	24,31
	final	7	23,43	1,12	22,12	23,14	24,74
TPA	inicial	9	24,36	0,89	22,85	24,31	25,62
	final	9	23,80	0,90	22,41	23,72	25,33
DELa	inicial	6	25,30	0,50	24,60	25,32	25,91
	final	6	24,23	0,78	23,43	24,24	25,33
DELb	inicial	8	23,18	0,89	22,12	23,07	24,60
	final	8	23,73	0,61	22,99	23,65	24,60

Onda D– Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,11	0,05	0,02	0,11	0,16
	final	7	0,14	0,03	0,10	0,14	0,19
TPA	inicial	9	0,12	0,05	0,05	0,13	0,22
	final	9	0,11	0,08	0,05	0,09	0,32
DELa	inicial	6	0,12	0,04	0,06	0,13	0,16
	final	6	0,20	0,15	0,04	0,19	0,45
DELb	inicial	8	0,14	0,09	0,06	0,11	0,32
	final	8	0,12	0,04	0,05	0,12	0,18

DP = Desvio Padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>na presença de ruído</u>

Onda E – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	32,35	1,41	30,14	32,91	33,93
	final	7	32,41	1,05	30,87	32,04	33,79
TPA	inicial	9	32,70	0,77	31,89	32,62	34,51
	final	9	32,18	0,92	30,43	32,04	33,35
DELa	inicial	6	33,08	1,12	30,87	33,42	34,08
	final	6	32,47	1,84	29,26	32,77	34,66
DELb	inicial	8	31,84	0,94	30,58	31,60	33,49
	final	8	32,10	1,24	30,14	32,11	34,37

Onda E– Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,11	0,06	0,03	0,09	0,22
	final	7	0,14	0,05	0,05	0,13	0,22
TPA	inicial	9	0,10	0,04	0,06	0,09	0,20
	final	9	0,10	0,06	0,04	0,08	0,20
DELa	inicial	6	0,11	0,03	0,09	0,11	0,17
	final	6	0,16	0,06	0,05	0,18	0,20
DELb	inicial	8	0,11	0,07	0,01	0,10	0,21
	final	8	0,13	0,07	0,05	0,11	0,22

Onda F – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	40,85	1,32	38,74	40,64	42,24
	final	7	40,66	1,39	38,89	40,35	42,39
TPA	inicial	9	40,77	0,92	39,62	40,60	42,68
	final	9	40,35	0,70	39,33	40,35	41,37
DELa	inicial	6	41,42	1,32	39,47	41,59	42,97
	final	6	41,16	1,62	38,45	41,26	43,12
DELb	inicial	8	40,26	0,94	39,04	40,50	41,22
	final	8	40,29	1,22	39,18	39,91	42,97

Onda F– Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,10	0,05	0,02	0,09	0,15
	final	7	0,11	0,07	0,05	0,11	0,25
TPA	inicial	9	0,13	0,05	0,06	0,13	0,19
	final	9	0,11	0,04	0,07	0,10	0,19
DELa	inicial	6	0,16	0,05	0,09	0,14	0,22
	final	6	0,13	0,07	0,02	0,14	0,22
DELb	inicial	8	0,12	0,10	0,03	0,10	0,35
	final	8	0,12	0,04	0,05	0,13	0,15

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos na presença de ruído

Onda O – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	48,54	0,74	47,49	48,52	49,68
	final	7	48,46	0,65	47,49	48,46	49,54
TPA	inicial	9	49,10	1,25	47,06	48,95	50,70
	final	9	49,26	1,04	47,20	49,39	50,27
DELa	inicial	6	49,69	0,77	48,52	49,71	50,70
	final	6	49,58	1,35	47,49	49,32	51,14
DELb	inicial	8	48,66	0,72	47,49	48,81	49,68
	final	8	48,86	1,35	46,77	48,45	50,99

Onda O– Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,10	0,05	0,02	0,09	0,15
	final	7	0,11	0,07	0,05	0,11	0,25
TPA	inicial	9	0,13	0,05	0,06	0,13	0,19
	final	9	0,11	0,04	0,07	0,10	0,19
DELa	inicial	6	0,16	0,05	0,09	0,14	0,22
	final	6	0,13	0,07	0,02	0,14	0,22
DELb	inicial	8	0,12	0,10	0,03	0,10	0,35
	final	8	0,12	0,04	0,05	0,13	0,15

Complexo VA – Latência

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	1,23	0,30	0,88	1,31	1,60
	final	7	1,28	0,32	0,88	1,31	1,75
TPA	inicial	9	1,17	0,43	0,73	1,02	1,90
	final	9	0,96	0,28	0,58	0,88	1,46
DELa	inicial	6	0,97	0,34	0,58	0,95	1,46
	final	6	1,12	0,31	0,73	1,10	1,60
DELb	inicial	8	1,15	0,40	0,58	1,17	1,90
	final	8	1,20	0,17	1,02	1,24	1,46

Complexo VA – Amplitude

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,15	0,08	0,10	0,15	0,30
	final	7	0,14	0,06	0,07	0,13	0,21
TPA	inicial	9	0,10	0,04	0,10	0,09	0,20
	final	9	0,12	0,03	0,08	0,12	0,16
DELa	inicial	6	0,15	0,05	0,10	0,14	0,20
	final	6	0,17	0,07	0,07	0,16	0,26
DELb	inicial	8	0,13	0,06	0,10	0,11	0,20
	final	8	0,12	0,05	0,07	0,12	0,20

DP = Desvio padrão

A**nexo O (continuação).** Estatísticas descritivas das medidas e variáveis analisadas no estudo.

PEATE para sons complexos <u>na presença de ruído</u>

Complexo VA – Slope

	Avaliação	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
DT	inicial	7	0,12	0,05	0,07	0,11	0,20
	final	7	0,11	0,04	0,05	0,10	0,20
TPA	inicial	9	0,10	0,06	0,04	0,10	0,21
	final	9	0,13	0,03	0,09	0,14	0,19
DELa	inicial	6	0,16	0,05	0,10	0,15	0,22
	final	6	0,15	0,04	0,10	0,14	0,21
DELb	inicial	8	0,12	0,05	0,07	0,11	0,21
	final	8	0,10	0,04	0,07	0,09	0,20

DP = Desvio padrão