UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

JANAÍNA REGINA BOSSO

**Ajustes das características eletroacústicas do aparelho de
amplificação sonora individual com base em limiares
auditivos tonais e resposta auditiva de estado estável**

SÃO PAULO

2009

JANAÍNA REGINA BOSSO

**Ajustes das características eletroacústicas do aparelho de
amplificação sonora individual com base em limiares auditivos
tonais e resposta auditiva de estado estável**

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia
como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE em Psicologia.

Área de Concentração: Neurociências e Comportamento
Orientador: Prof. Dr. Koichi Sameshima.

SÃO PAULO

2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Bosso, Janaína Regina.

Ajuste das características eletroacústicas do aparelho de amplificação sonora individual com base em limiares auditivos tonais e resposta auditiva de estado estável / Janaína Regina Bosso; orientador Koichi Sameshima. -- São Paulo, 2009.

140 p.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Deficiente auditivo 2. Auxiliares de audição 3. Perda auditiva 4. Limiar auditivo 5. Potenciais evocados auditivos I. Título.

BF727.A5

FOLHA DE APROVAÇÃO

Janaína Regina Bosso

Ajuste das características eletroacústicas do aparelho de amplificação sonora individual com base em limiares auditivos tonais e resposta auditiva de estado estável

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em Psicologia.
Área de Concentração: Neurociências e Comportamento

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...

Ao meu pai, **Vicente**, por não medir esforços para tornar os meus sonhos realidade. Por me ensinar a lutar por meus objetivos sem desanimar com as adversidades. Por ser maravilhoso. Por ser o meu herói.

A minha mãe, **Zilda**, por ser a minha melhor amiga e estar sempre presente nos momentos em que eu preciso. Por sua felicidade radiante que faz todos os meus problemas desaparecerem. Por ter o sorriso mais contagiante que me faz ter vontade de seguir em frente. Por ser a luz da minha vida.

Ao meu irmão, **André**, meu bebê, por ser meu companheiro e grande amigo. Por me socorrer sempre que eu preciso. Por ter um jeito calmo e sereno tão diferente do meu, que me completa e me traz paz.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao **Prof. Dr. Koichi Sameshima**, meu orientador, por me acolher tão prontamente e acreditar em mim, apesar do meu “jeitão caipira”. Por ser gentil e compreensivo. Por estar sempre disposto a me receber e resolver as minhas dúvidas. Por compartilhar comigo seus conhecimentos e me proporcionar uma formação diferenciada.

A **Profa Dra Deborah Viviane Ferrari**, minha mestre, por me acompanhar desde os anos de graduação, por estar presente na minha trajetória profissional, pela importante contribuição em todas as etapas deste trabalho e por seu meu grande exemplo. Por ser minha grande amiga. Por se preocupar comigo e ser uma pessoa tão especial. Por me fazer uma pessoa mais feliz em tê-la presente na minha vida.

Muito Obrigada!!!

AGRADECIMENTOS

Ao **Dr. Orozimbo Alves Costa Filho**, meu chefe, por tantas conversas e orientações não oficiais. Por contribuir brilhantemente em todas as etapas deste estudo. Por me proporcionar a honra de trabalhar ao seu lado, conviver com sua alegria e disposição e aprender com sua experiência profissional e pessoal. Por ser meu grande mestre.

À **Dra Maria Cecília Bevilacqua**, minha chefe, por confiar em mim. Por ser compreensiva e me oferecer possibilidades de realizar este trabalho. Por ser uma profissional brilhante. Por ser uma guerreira, exemplo para mim e para todos.

As fonoaudiólogas **Dra Kátia de Freitas Alvarenga e Ms Josilene L Duarte** pela gentileza em partilhar comigo dados para a composição do grupo de estudo deste trabalho. Por estarem sempre dispostas a me receber e me ajudarem com as dúvidas na etapa de elaboração do método deste estudo.

A fonoaudióloga **Dra Wanderleia Quinhoneiro Blasca**, minha professora e amiga, pela amizade e confiança. Por sempre acreditar em mim e dividir comigo experiências profissionais e pessoais tão importantes

A fonoaudióloga **Dra Regina Célia Bortoleto Amantini**, minha querida amiga, por me receber tão carinhosamente no Instituto e dividir comigo de maneira tão humilde seus conhecimentos e experiências profissionais. Por ser um exemplo de profissional para mim

A fonoaudióloga **Dra Maria Angelina Nardi de Souza Martinez**, por me acolher tão gentilmente em momentos de dúvidas. Por compartilhar comigo toda sua experiência na adaptação de AASI em bebês. Pelo carinho a mim dedicado e pelas importantes contribuições no exame de qualificação.

Ao **Dr. Richard Seewald**, diretor do *National Audiology Centre* da *University Western of Ontário/* Canadá, por atender prontamente todos os meus pedidos de ajuda e pelas valiosas sugestões durante a etapa de elaboração do método deste estudo.

A todos os pesquisadores do *National Audiology Centre* da *University Western of Ontário/ Canadá*, especialmente as audiologistas **Dra Marlene Bagatto e Dra Susan Scolie** pelo envio de material e disponibilidade em solucionar minhas dúvidas e problemas referentes ao método DSL.

A audiologista **Dra Patrícia Roush**, por me receber tão carinhosamente em sua casa e seu departamento *na University of North Carolina/USA*.

As fonoaudiólogas **Juliana Maria Gadret e Bárbara Guimarães Bastos** pela disponibilidade em me ajudar na etapa de coleta de dados deste estudo.

As minhas queridas amigas **Jaqueline Inocente, Débora Garcia, Bruna Vieira, Ivaniele Brasil e Fernanda Paschoal** por anos de cumplicidade e amizade. Por me acolherem nos momentos de dúvidas e fraquezas sem nem mesmo entender o significado delas. Por compreenderem as minhas ausências e jamais desistirem de mim.

Aos meus queridos amigos **Gustavo Tesch, Hermínio Machado Júnior e José Henrique Dallacqua** por tornarem minha vida mais feliz, por dividirem comigo anos de amizade sincera e fiel. Por me apoiarem incondicionalmente, ainda que de longe.

Aos meus tios **Maria e Natalino**, por estarem sempre presente na minha vida. Por serem para mim exemplos de pessoas íntegras e amorosas. Nem todas as palavras que eu possa usar são capazes de agradecer suficientemente tudo que fizeram e ainda fazem por mim. Ao meu primo **Márcio**, por dividir seu espaço comigo, por ser meu grande amigo e estar disposto a me receber e ajudar sempre.

As minhas amigas de turma, **Ana Carolina Faria, Karin Kieling, Camila Silva e Beatriz Levi**, pelos bons momentos que dividimos ao longo das disciplinas.

A minha querida amiga **Isabel Cristina C Lemos**, pela amizade dedicada a mim, pelo apoio incondicional e pela presença constante nos melhores momentos da minha vida.

As minhas queridas amigas **Laena T Monteiro e Ariane Cristina S Rissatto**, por estarem comigo em todos os momentos, mesmo que apenas em sentimento, me ensinando a ser paciente, humilde e amável. Por serem exemplos de amigas. Por me fazerem sempre querer ser uma pessoa melhor.

A minha querida “mãe”, **Maria Angélica da Costa**, minha amiga por quem eu tenho amor, respeito e gratidão por todo carinho e cuidado com que sempre cuidou de mim. Por ser uma pessoa de fé tão linda que me faz pensar melhor. Por ser tão especial e tornar a minha vida especial também.

A minha amiga querida **Karina Delgado André**, por me estar sempre comigo. Por me oferecer teto durante as minhas intermináveis idas e voltas a São Paulo para disciplinas e orientações. Por jamais hesitar em me ajudar e ser fundamental na minha vida.

As minhas queridas amigas **Gabriella Britto e Vanessa Destro**, alunas dos primeiros anos de fonoaudiologia na FOB-USP, por me terem como apoio e exemplo e por tornarem os meus dias mais leves e divertidos.

Aos estatísticos **Ms. Marcel Taga** (Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da USP/ Bauru) e **Dra Liciane Vaz da Silveira** (Departamento de Bioestatística – Unesp/ Botucatu) pela realização da análise estatística deste estudo.

À empresa **Phonak do Brasil**, na pessoa das fonoaudiólogas Lia e Marilisa, pela disponibilidade em me emprestar os AASIs utilizados neste estudo.

A **Sylvanira Bramante** pela correção de português

A **Ana Amélia e equipe da papelaria Papel e Arte**, pela formatação e impressão.

A **equipe da secretária de pós-graduação do IP-USP**, Maria Clarice, Aída e Edith pela gentileza em me atender prontamente sempre que foi preciso.

A todos os participantes deste estudo.

Muito Obrigada!!!

“Que Deus me conceda falar com inteligência e conceber pensamentos dignos dos dons recebidos, pois é Ele quem guia a sabedoria e dirige os sábios, em seu poder mantém a nós e nossas palavras, todo saber e toda ciência das técnicas. Foi Ele quem me deu conhecimento exato do real” (Sb 7, 15-17)

RESUMO

BOSSO JR. Ajuste das características eletroacústicas do aparelho de amplificação sonora individual com base em limiares auditivos tonais e resposta auditiva de estado estável. 2009. 140 fls. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Psicologia, São Paulo.

A impossibilidade de obtenção de dados audiológicos comportamentais em crianças deficientes auditivas faz com que seja necessária a utilização de testes objetivos como a resposta auditiva de estado estável (RAEE) para estimar os limiares auditivos. O objetivo deste estudo foi verificar as diferenças encontradas na seleção de características eletroacústicas do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) com base nos limiares auditivos estimados por meio da resposta auditiva de estado estável (RAEE) em comparação com o mesmo processo realizado com base em limiares auditivos tonais. Foram estudados 28 indivíduos com deficiência auditiva neurossensorial: grupo A, composto por 10 adultos (média da idade 46,3 anos) e grupo B, composto por 18 crianças (média da idade 10,38 anos). O método prescritivo utilizado foi o *Desired Sensation Level* (DSL) i/o versão 4.1. A medida individualizada da RECD foi utilizada como transformador acústico. Três diferentes programações foram geradas considerando os limiares auditivos tonais nas frequências de 0,25 a 6 kHz (programação tonal completa - ProTC), os limiares auditivos tonais apenas nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz (programação tonal - ProT) e os limiares auditivos estimados na RAEE nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz (programação eletrofisiológica - ProE). A verificação da amplificação foi realizada em acoplador de 2cc. Foi realizada avaliação da percepção da fala na presença de ruído (grupo A e B) e julgamento da qualidade sonora (grupo A). Os resultados mostraram que os valores da resposta em orelha real amplificada prescrita (REAR P) foram maiores para programação baseada em limiares auditivos estimados pela RAEE. As diferenças encontradas foram significativas, para todas as intensidades testadas, nas frequências de 0,5, 1 e 2 kHz no grupo A e em todas as frequências no grupo B. A diferença entre a REAR P e a REAR medida em acoplador de 2cc (REAR M) foi inferior a 1,4 dB em todas as frequências e intensidades estudadas, para os grupos A e B. Não foram encontradas diferenças entre a REAR M obtidas na ProTC e na ProT. Os valores de REAR M obtidos na ProE foram maiores do que os obtidos nas programações ProTC e ProT. Não foram encontradas diferenças significativas na avaliação da percepção da fala em adultos. Por outro lado, em crianças, foi encontrada diferença significativa na obtenção da relação sinal/ruído na ProE quando comparada com às programações ProTC e ProT. No julgamento da qualidade sonora, os resultados mostraram pior julgamento das dimensões avaliadas, na ProE. Entretanto apenas para a dimensão conforto auditivo foi encontrada diferença significativa. O resultado do presente estudo mostra que os limiares auditivos estimados pela RAEE podem ser utilizados na determinação das características eletroacústicas do AASI em adultos e crianças.

PALAVRAS-CHAVE: Auxiliares de audição. Perda auditiva. Potencial evocado auditivo. Limiar auditivo.

ABSTRACT

BOSSO JR. **Hearing AID prescription based on audiometric thresholds and auditory steady state responses. 2009.** 140 pgs. Dissertation (Master Degree) – Instituto de Psicologia- Universidade de São Paulo, São Paulo

The impossibility for obtaining behavioral auditory data in children with hearing loss brings the necessity of applying objective tests as auditory steady state responses (ASSR) in order to evaluate the auditory thresholds. The objective of this study was to verify the differences found on the selection of the electroacoustic characteristics of the hearing aid (AASI) based on the auditory thresholds, obtained by the auditory steady state responses (ASSR) in comparison with the same procedure realized, based on audiometric thresholds: A total of 28 people with sensorineural hearing loss were studied: group A comprised 10 adults (average age 46,3 years) and group B comprised 18 children (average age 10,38 years). The prescriptive method applied was *Desired Sensation Level* (DSL) i/o version 4.1. The individualized measurement of RECD was applied as acoustic transformer. Three different programs were generated considering the audiometric thresholds on the frequencies from 0,25 to 6kHz (complete tonal program- ProTC), the audiometric thresholds just on the frequencies 0,5, 1, 2 and 4 kHz (tonal program- ProT) and the auditory thresholds obtained by the ASSR on the frequencies 0,5, 1, 2 and 4 kHz (electrophysiological program – ProE). The verification of the amplification was realized by a coupler of 2cc. The evaluation of speech recognition in noise (group A and B) and the judgment of sound quality (group A) was performed. The results showed that the Real Ear Aided Response prescribed (REAR P) were higher for the program based on the auditory thresholds estimated by the ASSR. The differences were significant, for all the levels of intensity tested, for the frequencies 0,5, 1, 2 and 4 kHz in group A and in all the frequencies in group B. The difference between REAR P and the REAR measured in coupler of 2cc (REAR M) was lower than 1,4dB for all the frequencies and intensities studied, for groups A and B. Differences were not found between the REAR M obtained on the ProTC and ProT. The results for REAR M obtained on the ProE were higher than the ones obtained on the programs ProTC and ProT. Significant differences were not found in the evaluation for the speech perception in adults. For children, significant differences were found for S/N on the ProE when compared to the program ProTC and ProT. On the evaluation of the sound quality, the results showed worse judgment of the dimensions evaluated, on the ProE. However, a significant difference was found for auditory comfort dimension. The outcomes of the present study shows that the auditory threshold obtained by the ASSR can be employed for the determination of the electroacoustic characteristics of the hearing aids in adults and children.

KEYWORDS: Hearing aids. Hearing loss. Auditory evoked potential. Auditory thresholds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 –	Etapas para obtenção da RECD.....	40
Figura 4.1 –	Etapas da obtenção da RECD: (a) medida em orelha real e (b) medida em acoplador de 2cc.....	56
Figura 4.2 –	Tela do software DSL i/o versão 4.1. Etapa inicial (limiares auditivos e seleção do transformador acústico).....	57
Figura 4.3 –	Tela do software DSL i/o versão 4.1. Etapa de conversão dos limiares em dB NPS e determinação da área dinâmica.....	57
Figura 4.4 –	Tela do software DSL i/o versão 4.1. Valores de REAR P para as intensidades de 50, 65, 80 e 90 dB NPS.....	58
Figura 4.5 –	Esquematização do ambiente para teste de percepção da fala.....	62
Figura 4.6 –	Escala de respostas das dimensões de qualidade sonora.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Síntese de estudos realizados com a RAEE em adultos.....	34
Quadro 2.2 – Síntese de estudos que utilizaram a RAEE em crianças.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 –	Limiares auditivos tonais obtidos em dB NA por via aérea, no grupo A (n=10).....	50
Tabela 4.2 –	Limiares auditivos estimados pela RAEE, em dB NA, no grupo A (n=10)...	51
Tabela 4.3 –	Limiares auditivos tonais obtidos por via aérea, em dB NA, no grupo B (n=18).....	51
Tabela 4.4 –	Limiares auditivos estimados pela RAEE, em dB NA, no grupo B (n=18)...	52
Tabela 4.5 –	Seleção da melhor orelha nos grupos A e B.....	53
Tabela 5.1 –	Comparação de médias entre os limiares T e E no grupo A (n=10).....	69
Tabela 5.2 –	Comparação de médias entre os limiares T e E, no grupo B (n=18).....	71
Tabela 5.3 –	Descrição das variáveis estudadas no grupo A e seu valor cumulativo, nas três programações propostas.....	72
Tabela 5.4 –	Formação de grupos (clusters) no grupo A (n=10), programação ProTC.....	73
Tabela 5.5 –	Formação de grupos (clusters) no grupo A (n=10), programação ProT.....	74
Tabela 5.6 –	Formação de grupos (clusters) no grupo A (n=10), programação ProE.....	75
Tabela 5.7 –	Descrição das variáveis estudadas no grupo B e seu valor cumulativo, nas três programações propostas.....	77
Tabela 5.8 –	Formação de grupos (clusters) no grupo B (n=11), programação ProTC.....	78
Tabela 5.9 –	Formação de grupos (clusters) no grupo B (n=11), programação ProT.....	79
Tabela 5.10 –	Formação de grupos (clusters) no grupo B (n=11), programação ProE.....	80
Tabela 5.11 –	Comparação dos valores de REAR P, considerando os limiares T e E para o grupo A (n=10).....	81
Tabela 5.12 –	Comparação dos valores de REAR P, considerando os limiares T e E para o grupo B (n=18).....	82
Tabela 5.13 –	Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProTC, no grupo A (n=10).....	84
Tabela 5.14 –	Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProT, no grupo A (n=10).....	85
Tabela 5.15 –	Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProE, no grupo A (n=10).....	85
Tabela 5.16 –	Média de REAR M(dB NPS) para as três programações, no grupo A (n=10).....	87

Tabela 5.17 –	Comparação das médias de REAR M para as três programações, no grupo A (n=10).....	87
Tabela 5.18 –	Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProTC, no grupo B (n=18).....	89
Tabela 5.19 –	Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProT, no grupo B (n=18).....	90
Tabela 5.20 –	Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProE, no grupo B (n=18).....	90
Tabela 5.21 –	Média de REAR M (dB NPS) para as três programações, no grupo B (n=18).....	92
Tabela 5.22 –	Comparação das médias de REAR M (dB NPS) para as três programações, no grupo B (n=18).....	92
Tabela 5.23 –	Comparação do desempenho na avaliação da percepção de fala (LRSR e S/R), considerando as três programações propostas, no grupo A (n=10).....	94
Tabela 5.24 –	Comparação do valor de LRSS, considerando as três programações propostas, no grupo B (n=18).....	95
Tabela 5.25 –	Comparação do desempenho na avaliação da percepção de fala (LRSR e S/R), considerando as três programações propostas, no grupo B (n=11).....	96
Tabela 5.26 –	Comparação das respostas obtidas nas questões de qualidade sonora (QS), considerando as três programações propostas, no grupo A (n=10).....	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 –	Associação entre os limiares T e E no grupo A (n=10)/ Correlação de Pearson.....	68
Gráfico 5.2 –	Associação entre os limiares T e E no grupo A (n=18)/ Correlação de Pearson.....	70
Gráfico 5.3 –	Dendrograma com a formação dos clusters no grupo A, memória ProTC.	74
Gráfico 5.4 –	Dendrograma com a formação dos clusters no grupo A, memória ProT....	75
Gráfico 5.5 –	Dendrograma com a formação dos clusters no grupo A, memória ProE....	76
Gráfico 5.6 –	Dendrograma com a formação dos clusters no grupo B, memória ProTC..	78
Gráfico 5.7 –	Dendrograma com a formação dos clusters no grupo B, memória ProT.....	79
Gráfico 5.8 –	Dendrograma com a formação dos clusters no grupo B, memória ProE.....	80
Gráfico 5.9 –	Média do LRSS, LRSR e S/R nas três programações no grupo A (n=10)...	93
Gráfico 5.10 –	Média do LRSS (dB A) nas três programações, no grupo B (n=18).....	94
Gráfico 5.11 –	Média do LRSR e S/R nas três programações no grupo B (n=11).....	95
Gráfico 5.12 –	Média obtida nas respostas as questões de qualidade sonora (QS), no grupo A (n=10).....	96

LISTA DE ABREVIATURAS

AASI	Aparelho de amplificação sonora individual
ANSI	American national standard institute
ATL	Audiometria tonal limiar
CAE	Conduto auditivo externo
dB	Decibel
DSL	Desired sensation level
FFT	Transformada rápida de fourier
FOB	Faculdade de odontologia de Bauru
Hz	Hertz
IEC	International eletrotechnical commission
IRF	Índice de reconhecimento de fala
ISO	International standard organization
LRSS	Limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio
LRSR	Limiar de reconhecimento de sentenças no ruído
LTASS	Espectro de fala em longo termo
MASTER	Multiple auditory steady state response
NA	Nível de audição
n NA	Nível normal de audição
NAL	National acoustic laboratories
NPS	Nível de pressão sonora
OMS	Organização mundial da saúde
PEATE	Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico
POGO	Prescription of gain and output for hearing aids
ProTC	Programação tonal completa
ProT	Programação Tonal
ProE	Programação eletrofisiológica
QS	Questão de qualidade sonora
RAEE	Resposta auditiva de estado estável
REAR	Resposta em orelha real amplificada
REAR P	Resposta em orelha real amplificada prescrita
REAR M	Resposta em orelha real amplificada medida

RECD	Diferença entre orelha real e acoplador de 2cc
REDD	Diferença entre dial e acoplador de 2cc
REIG	Ganho de inserção em orelha real
RETSPL	Resposta do nível de pressão sonora equivalente em orelha real
S/R	Melhor relação sinal/ruído
USP	Universidade de São Paulo
UWO CHILD	University of Western Ontario child
WDRC	Compressão de área dinâmica ampla

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A DETERMINAÇÃO DO LIMAR AUDITIVO NA POPULAÇÃO PEDIÁTRICA.....	25
2.1.1	Resposta Auditiva de Estado Estável (RAEE).....	28
2.2	SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DO APARELHO DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL EM CRIANÇAS.....	37
2.2.1	Seleção das características eletroacústicas do AASI.....	37
	Método Prescritivo Desired Sensation Level (DSL).....	39
3	OBJETIVO.....	46
4	METODOLOGIA.....	48
4.1	PARTICIPANTES.....	49
4.2	PROCEDIMENTOS.....	54
4.2.1	Determinação do limiar auditivo estimado pela RAEE.....	54
4.2.2	Medida da diferença entre orelha real e acoplador (RECD).....	55
4.2.3	Determinação das características eletroacústicas do AASI.....	56
4.2.4	Programação e verificação do AASI.....	59
4.2.5	Avaliação da Percepção da Fala.....	61
4.2.6	Julgamento da Qualidade Sonora.....	63
4.2.7	Leitura do Datalogging.....	65
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	65
5	RESULTADOS.....	66
5.1	COMPARAÇÃO DOS LIMIARES AUDITIVOS.....	67
5.1.1	Comparação dos limiares auditivos no grupo A.....	67
5.1.2	Comparação dos limiares auditivos no grupo B.....	69
5.2	COMPARAÇÃO DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	71
5.2.1	Comparação da análise exploratória no grupo A.....	72
5.2.2	Comparação da análise exploratória no grupo B.....	76
5.3	COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELETROACÚSTICAS.....	81
5.3.1	Comparação das características eletroacústicas no grupo A.....	81

5.3.2	Comparação das características eletroacústicas no grupo B.....	82
5.4	COMPARAÇÃO DA VERIFICAÇÃO DA PRESCRIÇÃO.....	83
5.4.1	Comparação da verificação da prescrição no grupo A.....	83
5.4.2	Comparação da verificação da prescrição no grupo B.....	88
5.5	COMPARAÇÃO AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA FALA.....	93
5.5.1	Comparação da avaliação da percepção da fala no grupo A.....	93
5.5.2	Comparação da avaliação da percepção da fala no grupo B.....	94
5.6	COMPARAÇÃO DO JULGAMENTO DA QUALIDADE SONORA.....	96
5.6.1	Comparação do julgamento da qualidade sonora no grupo A.....	96
6	DISCUSSÃO	98
6.1	COMPARAÇÃO DOS LIMIARES AUDITIVOS.....	99
6.2	COMPARAÇÃO DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	100
6.3	COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELETROACÚSTICAS.....	101
6.4	COMPARAÇÃO DA VERIFICAÇÃO DA PRESCRIÇÃO.....	103
6.5	COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA FALA.....	107
6.6	COMPARAÇÃO DO JULGAMENTO DA QUALIDADE SONORA.....	109
7	CONCLUSÃO	112
	REFERÊNCIAS	114
	ANEXOS	121

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de assegurar plenas condições de desenvolvimento e minimizar as conseqüências da perda de audição, o *Joint Committee on Infant Hearing* (2007) estabeleceu que bebês com perda de audição devem ser identificados antes dos três meses de idade e a intervenção apropriada deve ser iniciada até os seis meses de idade. Em muitos casos, essa intervenção inclui a seleção e adaptação de aparelho de amplificação sonora individual (AASI).

O AASI é um dispositivo eletrônico cuja função primordial é amplificar os sons de modo a permitir ao indivíduo a utilização de sua audição residual. Para que o dispositivo atue de maneira eficaz, é necessário que o clínico realize ajustes nas características eletroacústicas, de acordo com as necessidades do usuário. Tais ajustes são definidos por aplicações matemáticas, baseadas em fórmulas desenvolvidas especialmente para esse fim, chamadas métodos prescritivos.

A grande maioria dos métodos prescritivos tem como base a utilização dos limiares auditivos tonais. Esse é um problema importante quando se trata da seleção e adaptação do AASI em bebês e crianças pequenas, já que dados de audiometria comportamental são muitas vezes escassos ou inexistentes. Assim, o profissional tem à disposição apenas a informação de medidas eletrofisiológicas que estimam os limiares auditivos, como, por exemplo, o potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) e, mais recentemente, a resposta auditiva de estado estável (RAEE).

A RAEE representa a atividade bioelétrica do sistema auditivo frente a um estímulo acústico modulado em frequência e/ou amplitude. É uma medida objetiva que fornece a estimativa do limiar auditivo específico por frequência. Ainda, a técnica de registro da RAEE possibilita a pesquisa de até quatro frequências em ambas as orelhas simultaneamente, o que representa uma redução significativa no tempo de exame. Especialmente na população pediátrica,

esse é um ponto favorável da RAEE em relação ao PEATE. O aumento das pesquisas e da utilização clínica da RAEE vem mostrando que esta é uma medida eficiente e confiável para a obtenção da estimativa de limiares auditivos em bebês e crianças pequenas.

Os algoritmos prescritivos de ganho e saída, atualmente disponíveis no mercado, não apresentam parâmetros de ajustes próprios para limiares estimados a partir de dados eletrofisiológicos. Uma exceção é a versão 5.0 do software do método *Desired Sensation Level* (DSL), tradicionalmente aplicado para a população pediátrica e lançado em 2005, que apresenta um banco de dados para conversão dos limiares do PEATE, permitindo ao clínico a utilização direta desses limiares auditivos eletrofisiológicos.

A obtenção dos limiares auditivos específicos por frequência e orelha é um dos critérios determinantes para o sucesso da adaptação do AASI em crianças e uma das principais vantagens da aplicabilidade clínica da RAEE, porém a utilização dos limiares auditivos estimados por meio dessa avaliação no processo de seleção e adaptação do AASI ainda é pouco clara.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A DETERMINAÇÃO DO LIMIAR AUDITIVO NA POPULAÇÃO PEDIÁTRICA

A determinação dos limiares auditivos é essencial para o processo de seleção do aparelho de amplificação sonora individual (AASI). O limiar auditivo trata-se do mínimo de nível de pressão sonora capaz de evocar sensação auditiva de maneira consistente (WILBER, 2001). A audiometria tonal limiar (ATL) é o procedimento clínico padrão de determinação dos limiares auditivos na rotina clínica audiológica. A ATL é um procedimento psicofísico, onde os limiares auditivos são pesquisados por frequências específicas (YANTIS, 1994).

De maneira simplificada, na ATL o estímulo acústico é apresentado por meio de um transdutor de saída. Diante dessa estimulação, o indivíduo deverá apresentar uma resposta comportamental indicativa da presença ou ausência de percepção do som. De acordo com a resposta, o nível de apresentação do estímulo será progressivamente aumentado ou diminuído (estratégia ascendente-descendente), até que o limiar auditivo seja obtido (YANTIS, 1994, WILBER, 2001, NORTHERN; DOWNS, 2005).

Os valores de limiar auditivo, obtidos na ATL, são descritos em decibel (dB). O dB é uma escala logarítmica, sendo 1 (um) dB equivalente a 20 vezes o logaritmo de base 10 do produto da divisão da pressão medida e da pressão referência (HALL 1992; MENEGOTTO; COUTO, 1998). A escala dB é dependente de um valor de referência e para a definição dos limiares auditivos obtidos na ATL, o valor referência para a escala dB é o nível de audição (NA).

O dB NA foi definido e padronizado pelo *American National Standard Institute* (ANSI) e pela *Internacional Standard Organization* (ISO). A norma ANSI S3.6 (1996) define valores de

referência para a escala dB NA, considerando diferenças inerentes à frequência e tipo de transdutor de saída utilizado (fone supra-aural, fone de inserção e caixa de som). Esse valor de referência é denominado resposta do nível de pressão sonora equivalente em orelha real (RETSPL). As padronizações publicadas pelas normas ANSI e/ou ISO são aplicadas a todos os equipamentos para realização da ATL, garantindo que os resultados estejam dentro de uma escala de medida universal.

Em crianças, é recomendada a utilização do fone de inserção como transdutor de saída na avaliação audiológica, uma vez que apresenta menor atenuação interaural, menor peso e, principalmente, é calibrado em acoplador de 2cc (BAGATTO et al., 2005).

O Joint Committee on Infant Hearing (2007) recomendada que o diagnóstico audiológico precoce seja realizado até os três meses de idade para que, caso seja necessária, a intervenção adequada aconteça até os seis meses.

Por se tratar de um procedimento subjetivo, onde a participação efetiva do indivíduo é fundamental e decisiva, a ATL torna-se difícil de ser aplicada em bebês e crianças pequenas. Sendo assim, faz-se necessária a utilização de respostas eletrofisiológicas evocadas do sistema auditivo para que, a partir da obtenção dos níveis mínimos de respostas evocadas, seja possível estimar o limiar auditivo nesta população.

Dentre os procedimentos de respostas evocadas do sistema auditivo, dois representam uma importante ferramenta na clínica pediátrica: o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) e a Resposta Auditiva de Estado Estável (RAEE).

O PEATE registra a atividade bioelétrica do sistema auditivo, desde o nervo coclear (VIII par) até o tronco encefálico, a partir da apresentação de um estímulo auditivo específico (FERRARO; DURRANT, 1999). Para que o PEATE seja eliciado, o estímulo deve possuir características espectrais capazes de produzir o disparo sincrônico das fibras axonais do nervo coclear (HALL, 1992).

Considerado um potencial de curta duração, uma vez que o registro acontece durante cerca de 10 ms após a estimulação inicial (HALL, 1992) é caracterizado pelo registro de sete ondas representadas por algarismos romanos, tem como prováveis geradores: I – porção distal do nervo coclear; II - porção proximal do nervo auditivo; III – núcleos cocleares; IV – complexo olivar superior; V – lemnisco lateral; VI – colículo inferior; VII – corpo geniculado. De maneira geral, as ondas I, III e V são as mais visíveis, sendo a onda V a de maior detectibilidade, podendo ser observada até o nível mínimo de resposta (FERRARO; DURRANT, 1999, FLABIANO, 2002).

Os valores de limiares auditivos obtidos no PEATE são descritos na escala dB, porém, o valor de referência utilizado é o nível normal de audição (nNA). O nNA é uma escala com valor relativo, determinada por meio de correção comportamental aplicada à indivíduos ouvintes (HALL, 1992). A determinação do valor relativo, em referência ao nNA, não é padrão, ou seja, a correção pode variar de acordo com o equipamento utilizado e o protocolo de pesquisa do limiar auditivo eletrofisiológico. Sendo assim, cada laboratório pode adotar a correção comportamental que julgar mais coerente.

Em 2007, a *International Electrotechnical Commission* (IEC) publicou a norma IEC 60643/2007, que pontua diretrizes para a calibração de equipamentos utilizados para o registro do PEATE e a normatização do dB nNA. Entretanto, o perfil descrito na norma faz menção apenas aos protocolos que utilizam estímulos abruptos (*click*).

FEDTKE; RICHTER (2007) descreveram o método de calibração do 0 (zero) dB nNA para o estímulo *tone burst*. As diretrizes descritas fazem parte da norma ISO 389, que estão ainda em etapa de implementação.

Mesmo sendo um teste prático e preciso, a maior limitação do PEATE é a falta de seletividade de frequências do estímulo comumente usado, o *click*, com amplo espectro de frequência e igual distribuição de energia e que resulta na ativação de uma vasta região da membrana basilar. O *click* é capaz de estimular toda a cóclea, no entanto sua melhor sintonia de resposta encontra-se nas frequências entre 2k a 4k Hz (GORGA; NELLY, 2001, STAPELLS,

2001). Por apresentar essa característica de não especificidade de respostas para regiões restritas da cóclea, o *click* não é recomendado para a determinação do limiar auditivo eletrofisiológico.

Por outro lado, o estímulo *Tone Burst* (TB) é um estímulo breve, de rápido disparo e com característica espectral restrita. Possui um lobo de energia central, com maior amplitude e resposta mais robusta e lobos laterais com amplitudes reduzidas em até 68dB (GORGA et al., 1988, GORGA; NELLY, 2001, STAPELLS, 2001). Essa característica do TB garante a resposta de regiões cocleares restritas à frequência nominal. A duração do registro do PEATE com estímulo TB é longa e, além disso, a morfologia dos registros não é totalmente nítida em intensidades próximas ao limiar eletrofisiológico, o que dificulta a análise, especialmente para a frequência de 500 Hz.

Desta forma, outros procedimentos utilizados para obter respostas específicas por frequência vêm sendo considerados, como, por exemplo, a resposta auditiva de estado estável.

2.1.1 Resposta Auditiva de Estado Estável (RAEE)

A resposta auditiva de estado estável (RAEE) representa uma atividade elétrica do sistema auditivo, obtida mediante a apresentação de um estímulo modulado, com uma taxa de apresentação rápida o suficiente para se sobrepor à resposta precedente. Essa característica faz com que a estimulação se torne periódica e a resposta evocada apresente um perfil de estado estável (STAPELLS, 1984, LINS, 2002).

A modulação de frequência de 80 a 100 Hz gera RAEE proveniente do tronco encefálico. O aumento da taxa de apresentação do estímulo no PEATE faz com que as ondas I e III desapareçam, restando apenas a onda V. A tendência é que a onda V se sobreponha ao seu componente negativo SN 10 (*Slow negative*), gerando uma resposta de estado estável. A atividade

bioelétrica registrada nessa frequência de modulação é gerada principalmente por estruturas do tronco encefálico envolvidas com a audição. (STAPELLS, 1984, LINS, 2002). Além disso, parece ser ideal para prever limiares auditivos em bebês e crianças pequenas, por não ser afetada pelo sono ou maturação neurológica (LINS et al., 1995).

A RAEE pode ser registrada pela modulação de uma única frequência ou múltiplas frequências, que podem estimular uma orelha (estimulação monótica) ou ambas as orelhas (estimulação dicótica) ao mesmo tempo. Também é possível que as técnicas sejam aplicadas simultaneamente (LINS; PICTON, 1995, LUTS; WOUTERS, 2005).

A RAEE é detectada no domínio da frequência, de forma objetiva e automática. A conversão da resposta para o domínio da frequência é realizada pela transformada rápida de Fourier (FFT). Após serem analisadas por testes estatísticos específicos para cada tipo de análise (teste T2 para coerência de fase e teste F para análise da amplitude), as RAEEs são então apresentadas na tela do software, permitindo a interpretação para a definição dos limiares auditivos (STAPELLS, 1984, LINS, 2002). A decisão de presença/ausência da RAEE é tomada por meio da análise do valor de p . Quando o valor de p for superior a 0,1, é considerada ausência de RAEE, quando o valor de p estiver entre 0,1 e 0,05, o registro da RAEE é considerado duvidoso e, por fim, quando o valor de p for inferior a 0,05, é considerada presença de RAEE (JOHN; PICTON, 2000; DUARTE, 2007).

Os limiares auditivos estimados por meio da RAEE são definidos na escala dB, tendo como referência o NA ou a medida direta do nível de pressão sonora (NPS). É importante ressaltar que a referência NA foi delineada com base nos procedimentos específicos para a ATL e que a ATL e a RAEE são medidas acústicas e fisiologicamente distintas.

A calibração da escala NA dos equipamentos utilizados para registro da RAEE não foi definida em uma norma específica. Especificamente, os valores de dB NA inseridos no software MASTER (*multiple auditory steady state response*) foram obtidos seguindo os critérios propostos pela

ANSI S3.6 para a audiometria tonal limiar, utilizando tom puro modulado (JOHN; PICTON, 2000).

O software propõe ainda um fator de correção, considerando as diferenças fisiológicas dos procedimentos (comportamental e eletrofisiológico). O valor da correção comportamental deve ser inserido manualmente pelo clínico. O software sugere a utilização da correção de -10 dB, por ser um valor médio aproximado das diferenças obtidas entre os procedimentos (JOHN; PICTON, 2000).

Assim como em outros procedimentos eletrofisiológicos para avaliação do sistema auditivo, o registro e a acurácia de resposta específica na frequência de 500 Hz na RAEE também são mais delicados.

A representação talâmica e no córtex auditivo das frequências segue a mesma tonotopia da membrana basilar da cóclea. O filtro natural da frequência de 500 Hz tem seu pico de sintonia fina na região apical da cóclea, onde a quantidade de fibras neurais e a densidade axonal do nervo coclear são maiores. Dessa forma, o disparo sincrônico das fibras neurais é mais difícil, o que compromete o registro dos potenciais evocados auditivos, dentre eles a RAEE (KANDEL, 2003; HERDMAN et al., 2002).

Nos últimos anos, a aplicabilidade clínica da RAEE aumentou consideravelmente. Estudos demonstram que existe uma relação significativa entre os limiares auditivos estimados pela RAEE e os limiares auditivos obtidos na ATL. Os achados principais de estudos realizados com a população adulta e pediátrica encontram-se respectivamente nos quadros 2.1 e 2.2.

Especificamente com relação às crianças, a RAEE tem constituído uma importante ferramenta clínica, já que não sofre influência da maturação neurológica. Além disso, a possibilidade do registro múltiplo e simultâneo representa uma redução importante na duração do exame, o que é um diferencial para essa população (LUTS; WOUTERS, 2004).

A RAEE pode ser registrada em intensidade elevadas (até 120 dB). O PEATE muitas vezes não consegue ser eliciado em perdas auditivas de grau profundo, enquanto a RAEE

consegue obter estimativa de limiar, contribuindo para definição de condutas (FIRTZ et al., 2004).

Autor	Ano	Objetivo	Método	Resultado/Conclusão
LINS et al.	1995	Verificar os efeitos dos parâmetros de amplitude e modulação do estímulo na determinação dos limiares auditivos comportamentais por meio da RAEE	Participantes: 25 adultos jovens (idades entre 20 e 47 anos), com média dos limiares da ATL nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, inferior a 20 dB.	Limiares da ATL e RAEE diferiram, em média, 16 dB. Quanto maior a intensidade do estímulo eliciador, melhor a amplitude registrada. Melhores registros e maior coerência para limiares acima de 70 dB.
LINS et al.	1996	Verificar a possibilidade de utilização da RAEE para estimar os limiares audiométricos.	Participantes: 117 indivíduos (56 adultos com audição normal, 10 adolescentes com perda auditiva de grau moderado e 51 crianças com audição normal). Foi utilizado o protocolo de estimulação múltipla e dicótica.	A média dos limiares obtidos na RAEE foram, respectivamente, nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, 14, 11, 12 e 13 dB nos adultos com audição normal e 45, 29, 26 e 29 dB para as crianças. Nos adolescentes com perda auditiva moderada, a correlação foi 0,72, 0,70, 0,76 e 0,91 para 0,5, 1, 2 e 4 kHz, respectivamente.
FERRAZ et al.	2002	Estudar a relação dos limiares da ATL com os limiares da RAEE	Participantes: 25 adultos (idades entre 21 e 40 anos) com audição normal. Utilizado protocolo de estimulação múltipla e dicótica. Intensidade do estímulo não superior a 40 dB.	Encontraram valores médios de diferença entre os limiares da ATL e da RAEE entre 15 e 20 dB.

PICTON et al.	2005	Verificar a aplicabilidade da utilização da RAEE para predizer os limiares audiométricos em jovens e idosos.	Participantes: 10 adultos jovens (média de idade de 25 anos) com audição normal, 10 idosos (média de idade de 78 anos) com perda auditiva de grau moderado e severo e 10 idosos (média de idade de 69 anos) com perda auditiva de grau leve. Utilizado protocolo múltiplo e dicótico.	Encontraram diferença significativa entre os limiares tonais e os estimados pela RAEE no grupo de adultos com audição normal e no grupo de idosos com perda auditiva leve ($p=0,00$).
JOHNSON; BROWN	2005	Investigar a efetividade da RAEE e do PEATE com estímulo <i>tone burst</i> para a definição dos limiares auditivos comportamentais	Participantes: 14 adultos com audição normal, 10 com deficiência auditiva neurosensorial com configuração plana e 10 com configuração em rampa. Os dados do PEATE e da RAEE foram confrontados com a ATL.	Ambos os procedimentos apresentaram coerência com os valores da ATL. A diferença entre a média dos limiares de PEATE foi 3 dB inferior à média dos limiares de ATL. A média dos limiares de RAEE foi 5 dB inferior.
AHN et al.	2007	Comparar os limiares da ATL e da RAEE em adultos com deficiência auditiva	Participantes: 105 indivíduos com deficiência auditiva Os resultados da RAEE e da ATL foram confrontados.	Encontram coerência entre os achados da ATL e da RAEE. Sugerem uma equação para determinar a relação entre os valores: $ATL = 1,05 \times \text{média da RAEE}$.
SWANEPOEL; ERAMUS	2007	Investigar a aplicabilidade da RAEE na definição dos limiares auditivos comportamentais em deficiência auditiva de grau moderado	Participantes: 7 adultos jovens(idade entre 15 e 18 anos). Foi utilizado protocolo de estimulação múltipla e dicótica. Os resultados foram confrontados com a ATL	A média da diferença encontrada foi entre 2 e 8 dB, sendo que a maior diferença aconteceu na frequência de 500 Hz. Observaram maior coerência entre os valores de ATL e RAEE em limiares superiores a 60 dB.

DUARTE et al.	2008	Verificar a efetividade da RAEE para determinar os limiares auditivos em diferentes graus de deficiência auditiva coclear	Participantes: 48 indivíduos (idades entre 7 e 30 anos). Os resultados da RAEE foram confrontados com a ATL. Utilizaram 2 protocolos de avaliação (1) estimulação múltipla e dicótica para deficiência auditiva de grau leve e moderado e (2) estimulação em frequência única, nos graus severo e profundo.	Encontraram correlação positiva entre os limiares tonais e estimados na RAEE nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, onde, respectivamente $r = 0,88, 0,93, 0,93$ e $0,88$ para a orelha direita e $r = 0,82, 0,87, 0,90$ e $0,90$ para a orelha esquerda.
---------------	------	---	---	--

Quadro 2.1 – Síntese de estudos realizados com a RAEE em adultos

Autor	Ano	Objetivo	Método	Resultado/Conclusão
SWANEPOEL; HUGO; ROODE	2004	Verificar a aplicabilidade da RAEE para estimativa do limiar auditivo comportamental em crianças com deficiência auditiva neurossensorial profunda	Participantes: 10 crianças. Utilizou protocolo de estimulação de frequência única e dicótica. Compararam os achados com os limiares da ATL	A média da diferença entre os limiares da ATL e da RAEE foi de 6 dB para 0,5 KHz e 4 dB para 1, 2 e 4 kHz. O valor do desvio padrão variou de 8 a 12 dB em todas as frequências. O coeficiente de correlação de Pearson variou de 0,5 (em 0,5 kHz) e 0,74 (1kHz).
BALLAY et al.	2005	Verificar a aplicabilidade da utilização da RAEE para predizer os limiares auditivos comportamentais em crianças com deficiência auditiva com configuração audiométrica em rampa	Participantes: 29 crianças com diagnóstico de deficiência auditiva e configuração audiométrica em rampa. Foi utilizado protocolo de estimulação múltipla e dicótica. Utilizaram o algoritmo de Rance (2005) para predizer os limiares tonais	Encontraram similaridade entre os limiares registrados na RAEE e os preditos pelo algoritmo, com exceção da frequência de 500 Hz ($p=0,07$). Os valores de da correlação de Pearson foram, respectivamente, 0,93, 0,92, 0,91 e 0,53 para 0,5, 1, 2 e 4 kHz.
SWANEPOEL, STEYN	2005	Investigar a utilização da RAEE múltipla e dicótica para caracterizar audição normal em bebês	Participantes: 10 bebês (idades entre 3 e 8 semanas). A acuidade auditiva foi controlada pelo registro das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção	Encontraram limiares de RAEE numa faixa entre 20 e 50 dB NA (média 30 ± 8 dB), sendo que 8% dos registros foram obtidos em 20 dB, 45% em até 30 dB e 38% entre 40 e 50 dB.

CALIL et al.	2006	Descrever os achados da RAEE em um grupo de crianças com audição normal	Participantes: 14 crianças com audição normal (idade entre 2 e 19 meses). Utilizaram protocolo múltiplo e dicótico.	A média dos limiares obtidos na RAEE foi de 6 a 17 dB NA.
FERNANDEZ et al.	2006	Investigar a contribuição da RAEE no processo de diagnóstico da deficiência auditiva	Participantes: 120 crianças e 80 adultos. Foram aplicados os protocolos de PEATE com estímulo <i>click</i> e RAEE com estimulação múltipla e monótica. Os resultados foram confrontados entre si e com os limiares da ATL.	O valores do coeficiente de correlação entre os limiares da RAEE e da ATL (Pearson) foram, respectivamente, para as frequências de 0,5, e 1 kHz de 0,82, 0,97 para a orelha direita e 0,88 e 0,93 para a orelha esquerda.
KARYA et al.	2008	Verificar a aplicabilidade da RAEE para diagnóstico da deficiência auditiva funcional em crianças	Participantes: 16 crianças com deficiência auditiva funcional e 17 com deficiência auditiva neurossensorial. Os achados foram confrontados com a ATL	No grupo com deficiência auditiva funcional não foram encontradas similaridades entre ATL e RAEE (diferenças significativas e não há correlação), enquanto no grupo com deficiência auditiva neurossensorial os achados foram coerentes. Concluíram que a RAEE pode ser decisiva para o diagnóstico da deficiência auditiva funcional

Quadro 2.2 – Síntese de estudos que utilizaram a RAEE em crianças

2.2 SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DO APARELHO DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL EM CRIANÇAS

O processo de seleção e adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) pode ser dividido, basicamente, em quatro etapas: avaliação audiológica, onde são determinados os limiares auditivos; seleção das características físicas e eletroacústicas do AASI; verificação e validação da amplificação prescrita e avaliação dos resultados (BEAUCHAINE, 2001).

2.2.1 Seleção das características eletroacústicas do AASI.

A seleção das características eletroacústicas é realizada por meio de aplicações matemáticas complexas, desenvolvidas especialmente para esse fim, os métodos prescritivos. Esses métodos estão sendo aprimorados com a expansão do uso do AASI e dessa prática, baseada em evidência, surgiram diferentes abordagens de seleção e prescrição. Atualmente, a grande maioria utiliza como base para a prescrição, os limiares auditivos e esta é uma das problemáticas mais importantes da seleção e adaptação do AASI em bebês e indivíduos com dificuldades em responder as avaliações comportamentais (SEEWALD et al., 2005).

Os métodos prescritivos calculam a estimativa da quantidade de ganho e saída máxima, por frequência, necessária para restabelecer a audibilidade comprometida pela perda de audição, sensação de intensidade e, especialmente, audibilidade para a fala (DILLON, 2001). A ênfase dos cálculos varia de acordo com as diretrizes do método prescritivo utilizado e a população específica para a qual foi designado.

Os algoritmos prescritivos, em geral, foram desenvolvidos com base em limiar auditivo descrito em dB NA (MARCOUX; HANSEN, 2003).

O valor de limiar auditivo definido na escala dB NA representa um valor equivalente em NPS, considerando a média obtida em adultos (ANSI S3.6, 1996). As características individuais de anatomia e dinâmica do conduto auditivo externo (CAE) influenciam diretamente no NPS gerado em orelha real.

A lei física do inverso do quadrado das distâncias preconiza que, cada vez que a distância é diminuída pela metade, há um aumento de 6 unidades de pressão sonora (NORTHERN; DOWNS, 2005). A mesma premissa é aplicada a cavidades. Considerando, então, que o CAE é uma cavidade ressoante (NORTHERN; DOWNS, 2005), cada vez que o volume é diminuído pela metade, há um aumento de 6 dB no NPS gerado próximo à membrana timpânica.

O PEATE é uma medida acústica e fisiologicamente distinta da ATL e a definição dos limiares na escala dB também é diferente (MARCOUX; HANSEN, 2003).

BAGATTO et al. (2005) descreveram a utilização dos limiares auditivos estimados por meio do PEATE na seleção das características eletroacústicas do AASI em bebês. Uma vez que a natureza da avaliação e dos estímulos utilizados é distinta, propuseram a conversão dos limiares obtidos no PEATE, definidos em dB nNA, em valor equivalente definido na escala dB NA. A proposta é que a conversão seja realizada por meio da utilização de um transformador acústico, resultando um valor de limiar definido em dB eNA (equivalente em NA).

A RAEE, por outro lado, apresenta limiares auditivos estimados em dB NA. Entretanto, é uma medida fisiologicamente distinta da ATL. A utilização direta dos limiares obtidos na RAEE nos algoritmos prescritivos pode levar a erros inerentes à natureza do método de obtenção dos limiares (CASTRO; BELDA; DE PRAT, 2006).

Método Prescritivo Desired Sensation Level (DSL)

O método prescritivo DSL propõe uma abordagem sistemática para a seleção e adaptação do AASI em bebês e crianças. A finalidade é garantir audibilidade consistente, confortável e sem distorções em uma ampla faixa de frequência, relevante para a fala (SEEWALD, 1995). É um método fundamentado em uma abordagem eletroacústica para seleção das características eletroacústicas do AASI, baseada no limiar auditivo. O objetivo do método é entender de que maneira os níveis de fala amplificada no CAE irá se relacionar com os limiares auditivos da criança, através das frequências (SEEWALD, 1995). Em outras palavras, conhecer e determinar o nível de sensação da fala específico para cada criança, em cada frequência, considerando a importância para a audibilidade e inteligibilidade da fala (SEEWALD, 1995; SCOLIE et al., 2005).

Em anos de estudo, aplicabilidade e empenho, o método DSL vem em busca da adaptação de AASI de maneira segura, confortável e confiável para bebês. Todas as definições adotadas pelo método DSL foram baseadas em características específicas de crianças, obtidas por meio de pesquisas aplicadas a essa população (SEEWALD, 1995). O algoritmo DSL é preparado para receber informações auditivas em diferentes condições de avaliação audiológica (fone de inserção, fone supra-aural e campo livre).

Para estabelecer o ganho por frequência do AASI, o algoritmo DSL necessita de um conjunto de informações preliminares (limiar auditivo específico por frequência). Entretanto, esse conjunto de informações nem sempre é possível ou completo na população pediátrica (SEEWALD; ROSS; SPIRO, 1985; ROUSH, 2004). Em razão dessa problemática, o método DSL propõe a construção do audiograma em dB NPS (*SPLograma*) por meio da utilização de transformadores acústicos. Além de excluir erros inerentes ao tipo de transdutor utilizado, considera as questões relacionadas às dimensões do CAE e à influência no limiar auditivo real (BAGATTO et al., 2002).

Para a construção do audiograma em dB NPS são realizadas as seguintes etapas:

- 1) O valor expresso em dB NA é convertido em dB NPS equivalente, considerando a RETSPL definida na norma ANSI S3.6 (1996). Para essa correção, são consideradas as características referentes à frequência e ao transdutor de saída, utilizado na avaliação audiológica;
- 2) A esse valor é aplicado um fator de correção individualizado, considerando as características anatômicas e dinâmicas do CAE.

São duas as principais medidas que caracterizam esse fator de correção individualizado: diferença entre o NPS em orelha real e a leitura do visor (dial) do equipamento de avaliação, chamada REDD (*Real Ear to Dial Difference*) e diferença entre o NPS em orelha real e o medido em acoplador de 2 cc, chamada RECD (*Real Ear to Coupler Difference*). Ambas são medidas realizadas por meio de microfone sonda (DILLON, 2001).

A RECD é mais comumente utilizada na rotina clínica. A figura 2.1 apresenta as etapas de obtenção da RECD.

Figura 2.1 – Etapas para obtenção da RECD (adaptado de Seewald, 1995. Ilustração por Diego Galhardi)

Para a obtenção da RECD é necessária a utilização de um equipamento de medida com microfone sonda. Esse equipamento é composto basicamente por uma unidade microfônica (microfone sonda e microfone de referência, calibrados entre si), um gerador e um analisador de sinal.

Para a medida da RECD, o tubo sonda é inserido no conduto auditivo e posicionado o mais próximo possível da membrana timpânica. Geralmente é utilizado o molde auricular para a realização dessa medida de forma que as características acústicas deste elemento sejam refletidas na mensuração. O molde auricular é inserido no CAE e um fone de inserção é conectado ao tubo plástico do molde auricular por meio de um conector. Um estímulo é liberado pelo fone de inserção e o nível de pressão sonora gerado próximo à membrana timpânica é registrado pelo tubo sonda (figura 2.1 (a)).

Em seguida, o fone de inserção é conectado ao acoplador de 2 cc (figura 2.1 (b)). O mesmo estímulo é apresentado e a resposta desse acoplador, registrada. A diferença entre o NPS gerado nas duas condições é o transformador acústico chamado RECD, utilizado para a conversão dos limiares em dB NPS.

Por ser um transdutor medido de maneira individualizada, é possível obter a estimativa exata dos valores gerados em orelha real. Dessa forma, as etapas de seleção e verificação das características eletroacústicas do AASI podem ser realizadas sem a presença da criança, utilizando a RECD como fator de correção para as respostas obtidas em acoplador de 2cc (BAGATTO et al., 2002, MUNRO; DAVIS, 2003). A variabilidade teste-reteste da RECD é pequena (inferior a 2 dB), tanto para adultos como para crianças (MUNRO; DAVIS, 2003).

Com os valores dos limiares auditivos convertidos em dB NPS, o método calcula a estimativa do limite de desconforto baseado em PASCOE (1988.) A diferença entre o limiar auditivo e o limite de desconforto representa a área dinâmica de amplificação (SEEWALD et al., 1997).

Com o conjunto de dados preliminares estabelecidos, o algoritmo DSL calcula os alvos a serem alcançados com a amplificação. O alvo estabelecido pelo DSL é a resposta em orelha real amplificada (REAR). A REAR representa o NPS gerado próximo à membrana timpânica, a partir da amplificação. Os valores de REAR são descritos em dB NPS e representam a saída do AASI. A partir do valor de REAR é possível derivar os valores de ganho em orelha real (REIG), por frequência (SEEWALD, 1995, BAGATTO et al., 2005).

O cálculo da REAR alvo é realizado a partir da determinação dos níveis de sensação desejada - DSL (*desired sensation level*). O DSL é determinado especificamente por frequência, considerando o espectro de fala em longo termo (LTASS), que representa a medida direta da média do nível de sensação da fala em função da frequência e oferece uma representação global das características acústicas do sinal de fala contínuo (COX; MOORE, 1988). Isso significa que a prescrição irá obedecer a proporção de importância para a inteligibilidade de fala de cada frequência (SEEWALD et al., 2005). Esses cálculos não seguem uma linearidade, uma vez que são programados para reproduzir a retificação compressiva da atividade coclear natural (SEEWALD, 1995, SEEWALD et al., 1997).

A versão do software DSL i/o 4.1 oferece três diferentes espectros de fala em longo termo (LTASS) para o cálculo da estimativa dos níveis de sensação desejado e da REAR, sendo eles: *International Byrne* descrito por BYRNE et al.(1994) que propõe a definição do sinal de fala diretamente relacionado ao ganho por frequência do AASI, a partir do nível de entrada do sinal de fala, o descrito por COX; MOORE (1988) que define o sinal de fala em análises em tempos menores, a partir de pequenas amostras e, por fim, o descrito por CORNELISSE; GAGNÉ; SEEWALD (1991), denominado *University of Western Ontario child (UWO Child)*. Este último foi desenvolvido com base em uma adaptação do LTASS do *International Byrne*, estabelecendo uma relação entre os valores médios do nível de pressão sonora de falantes em potencial (três grupos: adultos homens, adultos mulheres e adolescentes homens e mulheres) e dos valores médios da produção da própria fala em crianças. O grande diferencial é que esse espectro de fala considera

os níveis de sensação medidos em orelha real, com a finalidade de garantir o monitoramento acústico-articulatório, fundamental para o desenvolvimento da linguagem oral em crianças (CORNELISSE; GAGNÉ; SEEWALD, 1991).

Desde sua primeira versão, em papel e caneta (SEEWALD; ROSS; SPIRO, 1985), o método DSL vem sendo aprimorado com a finalidade de atender as inovações tecnológicas dos AASIs, assim como dos métodos de avaliação audiológica. A versão não linear mais utilizada na rotina clínica é a 4.1 (SEEWALD et al., 1997). O DSL i/o versão 4.1, foi desenvolvido a partir da necessidade da prescrição de aparelhos com funcionamento não linear e com compressão de área dinâmica ampla (WDRC), com razão de compressão fixa e variável.

O software DSL i/o versão 4.1 calcula o ganho e a saída máxima para as regiões de frequência entre as oitavas de 250 a 6000 Hz. A REAR é determinada considerando três diferentes valores de sinal sonoro de entrada: 50 dB NPS, considerado pelo software como som fraco, 65 dB NPS, considerado som médio e 80 dB NPS som forte. O software calcula ainda o desempenho para sinal sonoro de entrada de 90 dB, que representa a resposta de saturação do AASI e a saída máxima e calcula também a razão de compressão para cada frequência.

O software estabelece um mapa acústico dos níveis de sensação de entrada (baseado nível de pressão sonora gerado em orelha real no limiar auditivo) e outro de sensação de saída, construído com base nos níveis de sensação desejado calculados pelo método. A diferença entre os valores de entrada e saída resultam em uma proporção de ganho por frequência, que caracteriza a razão de compressão (SEEWALD et al., 1997).

Em 2005 foi lançada a mais recente versão do software chamada DSL i/o 5.0 (SCOLIE et al., 2005), que foi desenvolvida para cumprir duas expectativas em especial: cálculos diferenciados para adultos e possibilidade de utilização direta dos limiares auditivos estimados por meio do PEATE.

A versão 5.0 apresenta um banco de dados para a conversão comportamental relativa do dB nNA. O método prescritivo converte os limiares auditivos descritos em dB nNA em seu

valor equivalente em dB NA (dB eNA). O banco de dados foi gerado por meio de estudos desenvolvidos pelo laboratório e considera as correções de obtenção do PEATE específico por frequência (SCOLIE et al., 2005, BAGATTO et al., 2005).

Especificamente com relação RAEE, o procedimento tem sido descrito no processo de verificação do AASI.

STROEBEL; SWANEPOEL; GROENEWALD (2007) realizaram a pesquisa da RAEE em campo livre, como procedimento de verificação do AASI. Avaliaram seis crianças, cuja adaptação do AASI aconteceu entre três e seis meses de idade. Observaram limiares auditivos amplificados com RAEE em 83% das frequências. O ganho funcional (caracterizado pela diferença entre os limiares auditivos obtidos sem e com o AASI) foi em média 36 dB.

DONINI (2008) verificou a utilização da RAEE em campo livre no processo de verificação do AASI em crianças e adolescentes. Comparou os valores obtidos tanto na ATL como na RAEE com fone de inserção e em campo livre. Encontrou coerência entre os valores de RAEE e ATL em campo livre.

A descrição da utilização dos limiares auditivos estimados por meio da RAEE no processo de seleção das características eletroacústicas do AASI em crianças é restrita.

PICTON et al. (2006) descreveram a possibilidade do ajuste do AASI em bebês por meio dos limiares auditivos estimados pela RAEE. Em uma revisão teórica, argumentaram sobre a efetividade da RAEE para obtenção dos limiares auditivos específicos por frequência em bebês e crianças pequenas.

CASTRO, BELDA, DE PRAT (2006) propuseram um método para calcular o ganho e a saída do AASI com no registro da função amplitude/intensidade da RAEE. Para tanto, registraram a RAEE em 20 indivíduos adultos com audição normal e em 17 crianças com perda auditiva. O cálculo do ganho, saída, da área dinâmica e das características de compressão foram baseados na função amplitude-intensidade das RAEE obtidas no grupo de adultos. O cálculo foi realizado, por frequência, da seguinte maneira. O espectro de fala em longo termo (LTASS) foi

plotado sobre o gráfico da amplitude/ intensidade da RAEE. A diferença entre valor mínimo da intensidade de estimulação da RAEE registrável e o valor máximo, dentro do espectro LTASS, foi definido como valor de ganho (G). A saída máxima foi calculada a partir da junção dos valores de correlação entre sensação de intensidade e amplitude das RAEEs. Para validar o procedimento, compararam os alvos prescritos com três procedimentos de seleção e adaptação de AASI, sendo eles: POGO II (*Prescriptive of gain and output for hearing aid*), NAL (*National Aconstic Laboratories*) e Berger. Encontraram diferenças significativas para as frequências de 500 e 1000 Hz quando comparados com os métodos prescritivos tradicionais, sendo os alvos estabelecidos a partir da RAEE sempre maiores.

Apesar de serem definidos na escala dB NA, os limiares auditivos estimados na RAEE representam uma medida de natureza fisiológica distinta da ATL e, mesmo sendo de relacionados, apresentam valores absolutos diferentes. Além disso, os limiares são definidos especificamente para as frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, enquanto a ATL apresenta limiares auditivos definidos em oitavas no intervalo de 0,25 a 8000 Hz.

O método DSL, mesmo na sua versão mais atualizada, não faz referência ao uso dos limiares auditivos estimados por meio da RAEE. Entretanto, as diferenças encontradas entre os limiares auditivos tonais e os estimados pela RAEE podem gerar alvos de REAR diferentes para o mesmo indivíduo. Uma vez que o método utilizado para calcular o alvo de REAR não segue uma proporção linear, estas diferenças podem influenciar no desempenho do AASI.

Considerando que a RAEE é uma importante ferramenta para diagnóstico e definição de limiares auditivos específicos por frequência e que estas características são fundamentais para o sucesso da adaptação do AASI, faz se necessária uma melhor compreensão da utilização desta medida no processo de seleção e adaptação de AASI em crianças.

3 OBJETIVO

3 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi comparar a performance eletroacústica, resultado de percepção de fala e julgamento a qualidade sonora em adultos e crianças com a utilização do aparelho de amplificação sonora individual programado:

- a partir dos limiares tonais obtidos nas frequências de 250 a 6000 Hz;
- a partir dos limiares tonais obtidos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz;
- a partir dos limiares auditivos estimados por meio da resposta auditiva de estado estável, obtidos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

4 METODOLOGIA

4 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido na Clínica de Fonoaudiologia do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB), da Universidade de São Paulo (USP). A Clínica de Fonoaudiologia da FOB - USP oferece serviços de diagnóstico e tratamento fonoaudiológico, gratuitamente, à população. Especificamente na área de audiologia essa Clínica é credenciada como centro de alta complexidade junto ao Sistema Único de Saúde (SUS), do Ministério da Saúde, para diagnóstico e tratamento das deficiências auditivas em crianças, adultos e idosos.

O presente estudo recebeu aprovação do Conselho de Departamento de Fonoaudiologia e do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da FOB-USP (Protocolo 109/2007).

4.1 PARTICIPANTES

Para o propósito deste estudo, dois grupos de participantes foram selecionados: grupo de adultos (A) e grupo de crianças (B). A fim de participarem os indivíduos deveriam ter idades entre 19 e 60 anos (grupo A) ou serem menores de 18 anos (grupo B). Deveriam apresentar deficiência auditiva neurossensorial bilateral de grau leve a profundo e não possuir outros comprometimentos associados. Para a classificação do grau da deficiência auditiva foi adotada a sugestão da Organização Mundial da Saúde, que considera a média aritmética dos limiares de 0,5, 1, 2 e 4 kHz (média ISO), baseando-se na orelha com melhor limiar auditivo (OMS, 1997).

A participação no estudo foi voluntária, sendo que o participante ou o seu responsável receberam e assinaram a carta de informação e um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A). A casuística foi composta pelos seguintes grupos:

- Grupo A: 10 indivíduos adultos (06 homens e 4 mulheres), com idades variando entre 26 e 57 anos (média de $46,3 \pm 9,59$). Os participantes apresentavam deficiência auditiva neurossensorial bilateral simétrica ($n=6$) ou assimétrica ($n=4$). Os limiares auditivos obtidos na ATL e estimados pela RAEE encontram-se respectivamente nas tabelas 4.1 e 4.2.
- Grupo B: 18 crianças (08 do sexo masculino e 10 do sexo feminino), com idades entre 5 e 17 anos (média de $10,38 \pm 3,43$). Os participantes apresentaram perda auditiva neurossensorial bilateral simétrica ($n=15$) e assimétrica ($n=3$). Os limiares auditivos obtidos na ATL e estimados pela RAEE encontram-se respectivamente nas tabelas 4.3 e 4.4.

Tabela 4.1 – Limiares auditivos tonais obtidos em dB NA por via aérea, no grupo A ($n=10$)

Participante	Frequência (Hz)													
	250		500		1k		2k		3k		4k		6k	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
A1	65	100	65	100	70	105	75	105	75	100	80	105	80	105
A2	55	40	55	50	40	35	40	40	35	35	50	35	40	50
A3	55	45	60	40	105	60	100	65	90	85	105	85	100	90
A4	65	40	65	40	70	45	65	50	60	45	50	45	50	55
A5	50	40	60	40	60	60	75	60	70	70	70	75	75	75
A6	55	45	55	45	50	60	70	65	75	75	75	75	70	80
A7	35	30	35	30	45	35	50	45	50	50	80	70	95	90
A8	75	70	75	70	85	75	90	85	90	85	100	85	105	95
A9	65	65	65	65	70	70	70	70	90	90	100	95	105	100
A10	35	35	40	40	40	40	55	85	65	85	60	90	60	100

Legenda: OD: orelha direita

OE: orelha esquerda

Tabela 4.2 – Limiares auditivos estimados pela RAEE, em dB NA, no grupo A (n=10)

Participante	Frequência (Hz)							
	500		1k		2k		4k	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
A1	75	117	75	120	70	119	70	118
A2	65	60	80	70	70	80	85	85
A3	85	80	90	80	115	95	120	100
A4	75	55	70	50	70	55	80	55
A5	65	60	70	80	80	80	85	85
A6	70	60	75	70	80	85	80	85
A7	50	55	55	55	60	75	75	70
A8	90	90	85	90	90	95	105	105
A9	65	75	80	80	95	80	100	95
A10	45	45	55	55	85	90	70	95

Legenda: OD: orelha direita

E: orelha esquerda

Tabela 4.3 – Limiares auditivos tonais obtidos por via aérea, em dB NA, no grupo B (n=18)

Participante	Frequência (Hz)													
	250		500		1k		2k		3k		4k		6k	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
B1	50	30	50	40	60	60	65	65	55	55	50	50	55	55
B2	55	50	60	55	55	55	55	60	55	55	50	55	50	50
B3	50	30	60	40	40	60	65	65	65	65	65	65	75	70
B4	40	45	45	50	55	45	55	55	55	50	45	55	45	65
B5	55	60	60	60	50	60	65	65	60	60	60	60	65	70
B6	45	30	60	45	60	55	60	65	55	60	55	65	65	65
B7	55	70	65	70	60	80	70	70	75	75	70	70	80	85
B8	45	45	45	45	60	55	70	75	70	70	70	85	85	85
B9	50	40	55	40	50	65	55	70	50	75	55	80	65	80
B10	45	100	45	115	80	120	80	115	80	110	85	115	90	115
B11	75	75	85	80	85	85	55	75	65	75	70	70	70	65
B12	80	70	85	70	85	80	80	75	90	70	100	80	100	80
B13	75	75	80	80	85	80	75	85	75	80	75	75	70	75
B14	20	20	40	40	60	65	75	70	65	65	65	60	70	60
B15	65	65	75	75	75	75	80	80	80	75	80	80	85	80
B16	60	65	65	65	65	65	75	75	60	65	60	65	70	70
B17	55	50	55	50	50	50	70	75	70	70	50	55	55	60
B18	55	30	65	60	70	65	65	70	80	70	85	75	70	90

Legenda: OD: orelha direita

OE: orelha esquerda

Tabela 4.4 – Limiares auditivos estimados pela RAEE, em dB NA, no grupo B (n=18)

Participante	Frequência (Hz)							
	500		1k		2k		4k	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
B1	65	50	65	70	65	50	55	60
B2	60	60	55	55	55	55	60	55
B3	65	65	65	55	65	70	70	80
B4	65	65	60	65	70	70	60	60
B5	75	70	65	60	70	70	75	85
B6	70	55	65	75	65	70	65	65
B7	70	80	85	90	80	80	90	90
B8	70	70	85	80	90	80	80	80
B9	70	70	85	70	90	70	110	110
B10	60	117	90	121	100	119	100	118
B11	85	100	80	90	75	80	90	80
B12	90	80	90	80	90	75	115	95
B13	95	95	95	100	90	95	70	95
B14	60	60	75	70	80	75	80	80
B15	90	90	90	90	90	95	95	95
B16	65	65	65	65	75	75	65	60
B17	65	65	80	75	80	75	75	80
B18	50	75	70	75	75	80	85	90

Legenda: OD: orelha direita

E: orelha esquerda

Para fins de análise do presente estudo foi considerada apenas a orelha com melhor média ISO e melhor índice de reconhecimento de fala (IRF).

Na tabela 4.5 estão descritos os indivíduos dos grupos A e B e a seleção da melhor orelha.

Tabela 4.5 – Seleção da melhor orelha nos grupos A e B

Participante	Idade	Sexo	Orelha Selecionada	Média ISO (dB)	IRF (%)
A1	27	F	Direita	72,5	52
A2	57	F	Esquerda	40	80
A3	48	M	Esquerda	62,5	76
A4	53	F	Esquerda	45	80
A5	46	M	Esquerda	58,7	72
A6	57	M	Esquerda	61,2	62
A7	46	F	Esquerda	45	80
A8	57	M	Esquerda	82,5	44
A9	42	M	Esquerda	75	60
A10	42	M	Direita	48,7	72
B1	10	F	Direita	56,2	76
B2	13	F	Direita	55	72
B3	12	F	Direita	57,5	64
B4	13	M	Esquerda	51,2	68
B5	7	F	Direita	58,7	76
B6	11	M	Esquerda	57,5	80
B7	17	F	Direita	66,2	76
B8	12	M	Direita	61,2	72
B9	7	M	Direita	53,7	72
B10	13	M	Direita	72,5	60
B11	9	F	Direita	73,7	56
B12	12	F	Esquerda	76,2	60
B13	16	F	Direita	78,7	60
B14	5	M	Esquerda	58,7	76
B15	5	M	Direita	77,5	72
B16	8	F	Direita	66,2	64
B17	8	M	Direita	56,2	56
B18	9	F	Esquerda	71,2	60

4.2 PROCEDIMENTOS

4.2.1 Determinação do limiar auditivo estimado pela resposta auditiva de estado estável (RAEE)

Deve ser destacado que quatro indivíduos do grupo A (A1, A3, A4 e A5) e 11 indivíduos do grupo B (B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10 e B11) haviam participado anteriormente do estudo de DUARTE (2007), cujo objetivo foi investigar a aplicabilidade da resposta auditiva de estado estável (RAEE) em diferentes graus de perda auditiva neurossensorial. Dessa forma, foram utilizados os dados obtidos na ATL e na RAEE, coletados pela referida pesquisadora. Os demais participantes foram avaliados especificamente para o presente estudo, seguindo as recomendações e o protocolo de avaliação utilizado por DUARTE (2007).

A pesquisa da resposta auditiva de estado estável (RAEE) foi realizada em sala com isolamento acústico e elétrico. O eletrodo ativo foi posicionado na frente, no ponto de implantação capilar (posição Fz), o eletrodo referência na nuca (Oz) e o eletrodo terra, na frente. Foi considerada adequada a impedância $< 5 \text{ k}\Omega$ e diferencial intereletrodos $\leq 2 \text{ k}\Omega$. Foram testadas as frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, usando modulação exponencial e modulação em frequência. O estímulo foi apresentado nas duas orelhas simultaneamente. As frequências de modulação variaram entre 70 a 110 Hz. Os dados foram registrados em períodos contendo 1024 pontos. O limite de rejeição de artefatos foi ajustado de forma que 5 – 10 % dos períodos fossem rejeitados, para eliminar potenciais musculares ou artefatos por movimentação, correspondendo a limites entre 15 e 20 μV . Dezesesseis períodos foram unidos para formar uma varredura, a qual tinha duração de 16.38 s. Para cada intensidade do estímulo, de 16 a 48 varreduras foram promediadas. As respostas foram somadas no domínio do tempo, e o resultado foi submetido à

análise da transformação rápida de Fourier (FFT). O nível de significância das respostas foi monitorado após cada varredura. A probabilidade da amplitude do sinal estar dentro da distribuição das amplitudes do ruído nas 120 frequências vizinhas (aproximadamente 3.7 Hz em ambos os lados) foi avaliada usando o F – test. O nível de significância foi ajustado a $p < 0,05$.

4.2.2 Medida da diferença entre orelha real e acoplador (RECD)

Para a medida da diferença entre orelha real e acoplador foi utilizado o equipamento Aurical (*Madsen Electronics*). Primeiramente foi realizada a inspeção otológica, a fim de verificar as condições do conduto auditivo externo (CAE). O microfone sonda foi inserido, a partir do tragus, a aproximadamente 31 a 28 mm em adultos e 20 a 25 mm em crianças, sendo utilizado o molde auricular como guia. Em seguida, o molde auricular foi posicionado no CAE do indivíduo.

O Aurical apresenta um transdutor de saída (fone), que pode ser utilizado como fone de inserção. Um tubo plástico com um conector foi posicionado na saída do fone e conectado ao tubo plástico do molde auricular. O estímulo (varredura de tom puro modulado) foi então apresentado por intermédio do molde auricular e captado dentro do CAE do indivíduo pelo tubo sonda (passo 1), ilustrado na figura 4.1(a). Em seguida, o conector foi acoplado à saída do acoplador de 2 cc e o mesmo procedimento foi realizado (passo 2), como está ilustrado na figura 4.1 (b).

A diferença entre o NPS obtido em orelha real (passo 1) e no acoplador de 2 cc (passo 2) é a medida da RECD. Os valores de RECD obtidos para cada frequência, nas orelhas direita e esquerda estão descritos no anexo B.

Figura 4.1 – Etapas da obtenção da RECD: (a) medida em orelha real e (b) medida em acoplador de 2cc

4.2.3 Determinação das características eletroacústicas do AASI

A determinação das características eletroacústicas do AASI foi realizada pelo software DSL i/o, em sua versão 4.1 (SEEWALD et al., 1997).

Os limiares auditivos obtidos na ATL e na RAEE foram inseridos no software DSL i/o 4.1, sendo selecionada a versão não linear. O software permite ao clínico a opção de selecionar o transdutor utilizado na avaliação audiológica e também o transformador a ser utilizado.

Com base no transdutor informado pelo clínico, o software aplica a correção padronizada para obtenção do nível de pressão sonora equivalente em orelha real -RETSPL (ANSI S3.6, 1996). No caso, na ATL, o transdutor utilizado foi o fone supra-aural TDH 39 e na RAEE, o fone de inserção ER3A. Na opção transformador foi selecionado a RECD e os valores foram inseridos a partir da medida individual (figura 4.2).

Assessment Data - LEFT EAR

Test Date: 18-Feb-2008

	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000
Audiometric									
Threshold		50		50		65		70	
Upper Limit									
Exponent									
Transforms									
RECD		6		6		6		7	
REUG									
REDD									

Figura 4.2 – Tela do software DSL i/o versão 4.1. Etapa inicial (limiares auditivos e seleção do transformador acústico)

A utilização do transformador acústico RECD possibilita a conversão dos limiares auditivos em dB NPS, tornando os limiares de ATL e RAEE descritos na mesma escala de medida, eliminando erros inerentes ao tipo de transdutor de saída utilizado (figura 4.3).

Auditory Area - LEFT EAR

	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000
Hearing Level (dB HL)									
Threshold (HL)		50		50		65		70	
Real Ear (dB SPL)									
Threshold (SPL)		65		61		83		82	
Upper Limit (Predicted)		112		111		121		119	
Upper Limit (Measured)									

Figura 4.3 – Tela do software DSL i/o versão 4.1. Etapa de conversão dos limiares em dB NPS e determinação da área dinâmica

O espectro de fala em longo termo (LTASS) selecionado para o grupo A foi o *International Byrne* e para o grupo B foi o *UWO Child* (CORNELISSE; GAGNÉ; SEEWALD, 1991).

Com base nesses dados, o software calculou os valores de resposta em orelha real com amplificada (REAR), ou seja, o nível de pressão sonora (NPS) próximo à membrana timpânica, para sons de fraca (50 dB), média (65 dB) e forte (80 dB) intensidades. No entanto, para o propósito deste estudo, a REAR em 80 dB não foi considerada para análise. O software também calcula a resposta de saturação ou saída máxima, específica por frequência, considerando um nível de entrada de 90 dB NPS (figura 4.4). Os valores foram prescritos tendo como base os limiares auditivos obtidos na ATL (T) e estimados na RAEE (E). Os valores de REAR calculados foram denominados de REAR Prescrita (REAR P).

Figura 4.4 – Tela do software DSL i/o versão 4.1. Valores de REAR P para as intensidades de 50, 65, 80 e 90 dB NPS

Na ATL foram pesquisados os limiares auditivos nas regiões de frequências entre as oitavas de 250 a 8000 Hz, enquanto na RAEE foram pesquisados os limiares auditivos nas regiões de frequência de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

Sendo assim, foram geradas três prescrições para cada orelha, a fim de se conseguir distintas programações, doravante denominadas:

- **Programação Tonal Completa (ProTC)** – Considerando os limiares tonais das regiões de frequência entre 250 e 6000 Hz. Apesar da pesquisa da ATL ser realizada até 8000 Hz, foram considerados apenas os limiares até 6000 Hz, por limitações do software DSL i/o.
- **Programação Tonal (ProT)** – Considerando apenas os limiares das mesmas regiões de frequência pesquisadas na RAEE, ou seja 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.
- **Programação Eletrofisiológica (ProE)** – considerando apenas os limiares obtidos por meio da RAEE nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

4.2.4 Programação e verificação do AASI

Para as avaliações do presente estudo foi utilizado o aparelho de amplificação sonora individual, tipo retroauricular, da linha Eleva (modelo 211 ou 311), marca Phonak O Eleva 211/311 é um aparelho totalmente digital, que possui 16 canais com duplo processamento de sinal, possibilita a programação de até 5 memórias com programação independente e oferece a opção de acesso manual ou automático, gerenciador de microfone, microfone dual, supressor de ruído, expansão, bobina telefônica e *Datalogging* (anexo C).

O AASI Eleva 211/311 foi selecionado por atender as necessidades deste estudo, com os seguintes recursos: ao menos 3 memórias programáveis para a função microfone com opção de acesso manual e *Datalogging*.

O *Datalogging* atua como uma central de informações do AASI, ou seja, são armazenadas no *Datalogging* as informações referentes às horas de uso diário e acesso às memórias programadas. Com tal recurso foi possível assegurar o acesso a cada uma das memórias programadas durante a realização da verificação e dos testes de percepção de fala.

Os recursos de direcionalidade, supressor de ruído, gerenciador de microfonia e expansão do AASI foram desativados. Apenas 3 memórias de programação foram utilizadas.

O AASI foi conectado, por meio de um cabo, à interface de programação (Hi-Pro). Em seguida, o software de programação do AASI (IPFG versão 1.5a) foi iniciado. Não foi considerada a opção de ajuste automático do AASI. Os parâmetros programáveis foram manipulados pela pesquisadora de modo a atingir os valores de ganho e saída máxima prescritos pelo método DSL i/o v. 4.1.

Uma vez medido o valor de RECD individualizada, o procedimento de verificação foi realizado por meio das medidas em acoplador de 2cc. O equipamento utilizado foi o Aurical (*Madsen Eletronics*).

Com a aplicação do fator de correção RECD foi possível obter a curva de ganho, saída e resposta de frequência em orelha real. Para tanto, o AASI já programado foi ligado ao acoplador de 2 cc e posicionado no interior da câmara de teste (*test box*). A seguir, foi apresentado tom puro em varredura de frequência de 200 a 8000 Hz em intensidades fraca (50 dB), média (65 dB) e forte (90 dB).

Os valores obtidos no acoplador de 2cc, acrescidos da RECD representam a REAR Medida (REAR M). Esses valores foram comparados com a REAR P. Foram realizados ajustes na programação até que os valores de REAR P e REAR M estivessem equiparados.

Esse procedimento de verificação foi realizado para os valores prescritos da ProTC, ProT e ProE separadamente, gerando 3 programações distintas, as quais foram armazenadas em cada uma das memórias independentes do AASI. A ordem de escolha das memórias 1, 2 e 3 foi aleatorizada previamente. No anexo D está descrito o critério de aleatorização utilizado e a distribuição das memórias.

4.2.5 Avaliação da Percepção da Fala

A avaliação da percepção da fala foi feita com design duplo cego. Para tanto, duas fonoaudiólogas com experiência no processo de seleção e adaptação de AASI participaram desta etapa.

A programação e verificação foram feitas pela Fonoaudióloga 1. Após finalizada essa etapa, a mesma acoplava o AASI ao molde auricular e o inseria na orelha do participante. O participante era então encaminhado à outra sala, para avaliação da percepção da fala, realizada pela Fonoaudióloga 2. Nem o participante e nem a Fonoaudióloga 2 tinham conhecimento das programações constantes em cada uma das memórias do AASI.

O material de fala utilizado encontrava-se gravado no formato de CD-ROM. O CD player Semp Toshiba 40+(modelo 4147) foi acoplado ao Audiomêtro Midmate 622 (*Madsen Electronics*) e a avaliação foi realizada em campo livre, em cabina acústica de dimensões de 2 m x 2 m, com o participante posicionado a 1 m de distância das caixas de som e a 45° da fala e 45° do ruído, como ilustrado na figura 4.5.

Figura 4.5 – Esquemática do ambiente para teste de percepção da fala

O procedimento selecionado para a avaliação da percepção de fala foi a Lista de Sentenças do Português Brasileiro (COSTA, 1998), que foi desenvolvido com base em sentenças rotineiras do português brasileiro e propõe uma sistematicidade na avaliação da fala na presença do ruído.

O protocolo de teste inclui 7 listas, com 10 sentenças cada. As sentenças são de curta extensão, vocabulário simples e rotineiro. Conforme orientação da autora, apenas as listas 1B, 2B, 3B e 4B foram incluídas neste estudo, uma vez que as listas 5B, 6B e 7B apresentaram diferenças de intensidade na gravação final do CD. As listas utilizadas no estudo estão no anexo E. O ruído utilizado foi desenvolvido a partir da decomposição das sentenças narradas por diferentes falantes, resultando em um ruído contínuo, tipo *Speech Noise*, mas com concentração de energia nas mesmas frequências das sentenças. A ordem de apresentação das listas foi aleatorizada, como indicado no anexo F.

Conforme sugestão de COSTA (1998), o ambiente de teste foi calibrado antes do início da coleta de dados. A calibração do ambiente de teste foi realizada com o tom puro gravado na faixa 1 do CD teste. A cabina foi configurada para a realização do teste e então um decibelímetro

foi fixado na posição referente ao centro entre as duas orelhas. As medidas no decibelímetro foram registradas na escala A, curva rápida. O valor indicado no decibelímetro foi aplicado como correção ao valor indicado no dial do audiômetro (anexo G).

O procedimento inclui três etapas:

- *Pesquisa do limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio (LRSS)*

A pesquisa do LRSS foi iniciada em 80 dB. Cada vez que o participante reproduzia corretamente a sentença, o nível de apresentação era diminuído em passos de 10 dB. Quando o participante não respondia corretamente a sentença, a intensidade era novamente aumentada em passos de 5 dB, até que se encontrasse o nível em que as repostas fossem corretas em 50 % das vezes.

- *Pesquisa do limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR)*

Para a pesquisa do LRSR, o nível do ruído competitivo foi fixado em 60 dB, conforme orientação da autora. O nível de apresentação das sentenças também foi iniciado em 80 dB e realizados os mesmos passos do LRSS.

- *Melhor relação sinal/ ruído (S/R)*

O cálculo da melhor relação sinal/ruído (S/R) é realizado por meio da subtração do valor obtido de LRSR do valor fixo do ruído (60 dB).

Os procedimentos de avaliação da percepção da fala foram realizados para cada uma das 3 memórias.

4.2.6 Julgamento da Qualidade Sonora

O julgamento da qualidade sonora foi realizado por meio de uma avaliação subjetiva.

Essa prova não foi considerada no grupo B (crianças). As escalas envolvem um julgamento subjetivo, que requer conceitos abstratos bastante complexos, tornando a resposta, no grupo de crianças, pouco confiável metodologicamente.

Como não havia um protocolo de avaliação do julgamento da qualidade sonora, desenvolvido e validado em português, para este estudo, foi realizada a adaptação do protocolo proposto por GABRIELSON et al. (1988) e FABRY; SCHUM (1999).

O protocolo original propõe a avaliação de oito escalas de qualidade sonora, sendo sete delas referente a dimensões perceptuais: integridade, sensação da intensidade, nitidez, suavidade, distância, espaço e clareza. A última escala representa uma visão global da avaliação, chama de impressão total.

Com base na definição das escalas descritas pelos autores, foram selecionadas para compor o protocolo de avaliação desse estudo quatro escalas, sendo três delas referentes à dimensões perceptuais e uma referente à impressão total: nitidez/ clareza, suavidade/ conforto, intensidade e impressão total (anexo H). As respostas estão distribuídas em 5 escalas, de negativa (0) a positiva (10), como apresentado na figura 4.6

Figura 4.6 – Escala de respostas das dimensões de qualidade sonora

A escala foi aplicada para cada uma das 3 programações, independentemente. A aplicação da escala foi realizada na sequência da prova de percepção de fala, etapa silêncio.

4.2.7 Leitura do Datalogging

Ao final das avaliações, a Fonoaudióloga 1 realizava a leitura do *Datalogging* do AASI, de modo que cada etapa do processo de avaliação tivesse sido aplicada à memória correspondente.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para todas as análises, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

Para comparação dos valores médios entre os limiares obtidos na ATL e estimados por RAEE, foi utilizado o teste de comparação de médias (LS Means) e para verificar a correlação entre estes valores foi utilizada a correlação de Pearson.

Foi realizada uma análise exploratória dos indivíduos e das variáveis estudadas por meio da análise de cluster aglomerativa hierárquica.

A análise de variância (modelo GLM) foi utilizada para comparação dos valores de REAR P, considerando os limiares obtidos na ATL e os estimados na RAEE, comparar os valores de REAR M obtidos nas três programações propostas e para a comparação entre os valores de REAR P e REAR M.

Na análise da avaliação da percepção de fala foi utilizado o modelo GLM com distribuição de poisson para a comparar o LRSS, LRSR e o S/R nas três programações propostas, uma vez que havia interação entre as variáveis.

Para a análise do julgamento da qualidade sonora também foi utilizado o modelo GLM, com resposta de distribuição binomial negativa.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 COMPARAÇÃO DOS LIMIARES AUDITIVOS

Para descrição e análise dos resultados, foram considerados apenas os limiares da melhor orelha.

5.1.1 Comparação dos Limiares auditivos no grupo A (Adultos)

O gráfico 5.1 apresenta a correlação entre os limiares auditivos tonais (T) e estimados na resposta auditiva de estado estável (RAEE). Foi observada associação positiva significativa em todas as frequências, variando de 0,77 ($p=0,00$) em 4kHz a 0,93 ($p=0,00$) em 0,5 kHz.

Gráfico 5.1 – Associação entre os limiares T e E no grupo A (n=10)/ Correlação de Pearson (* $p < 0,05$ significativo)

Na tabela 5.1 encontram-se os valores descritivos dos limiares T e E e a comparação entre eles, para o grupo A.

Tabela 5.1 – Comparação de médias entre os limiares T e E, no grupo A (n=10)

Frequência (kHz)												
	0,5			1			2			4		
(dB)	T	E	DIF	T	E	DIF	T	E	DIF	T	E	DIF
Média	60,5	72,7	12,2	66	78,5	15,5	75	85,4	10,4	83,5	94,3	12,8
DP	17,70	20,77	7,64	24,12	19,01	10,65	20,68	19,01	8,26	21,73	16,06	11,57
P	0,00*			0,02*			0,00*			0,03*		

Teste de Médias (LS Means)/ * $p < 0,05$ significativo

A média da diferença variou entre 10,8 e 15,5 dB e foram encontradas diferenças significativas em todas as frequências.

5.1.2 - Comparação dos Limiares auditivos no grupo B (Crianças)

O gráfico 5.2 apresenta a correlação entre os limiares T e E. Foi observada associação positiva significativa em todas as frequências variando de 0,51 ($p=0,02$) em 1kHz a 0,85 ($p=0,00$) em 0,5 kHz.

Gráfico 5.2 – Associação entre os limiares T e E no grupo A (n=18)/ Correlação de Pearson (* $p < 0,05$ significativo)

Na tabela 5.2 apresenta os valores descritivos dos limiares T e E e a comparação entre eles no grupo B.

Tabela 5.2 – Comparação de médias entre os limiares T e E, no grupo B (n=18).

Frequência (kHz)												
	0,5			1			2			4		
(dB)	T	E	DIF	T	E	DIF	T	E	DIF	T	E	DIF
Média	71,11	59,72	11,38	76,66	62,5	14,16	78,33	68,33	10	80,27	67,22	13,05
DP	11,70	13,98	7,23	11,50	14,16	10,74	11,63	8,91	9,54	17,69	12,85	13,40
P	0,00*			0,00*			0,00*			0,00*		

Teste de Médias (LS Means)/ * $p < 0,05$ significativo

A média da diferença encontrada variou de 10 a 14,16 dB e foram observadas diferenças significativas em todas as frequências.

5.2 COMPARAÇÃO DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Foi utilizada a análise de cluster aglomerativa hierárquica para verificar a associação dos indivíduos a partir do critério de dissimilaridade (medida da distância euclidiana) das variáveis. Essa medida, obtida por meio da matriz de covariância das variáveis estudadas, possibilita identificar as variáveis classificatórias e determinantes nos resultados (DONI, 2004).

5.2.1 Comparação da análise exploratória no grupo A (Adultos)

A tabela 5.3 descreve as variáveis estudadas no grupo A e o seu valor cumulativo (porcentagem de variância) para as três programações propostas.

Tabela 5.3 – Descrição das variáveis estudadas no grupo A e seu valor cumulativo, nas três programações propostas

Variável	Descrição	ProTC	ProT	ProE
1	REAR M - 50 dB em 0,5 kHz	0,68	0,68	0,72
2	REAR M - 50 dB em 1 kHz	0,86	0,86	0,89
3	REAR M - 50 dB em 2 kHz	0,94	0,95	0,96
4	REAR M - 50 dB em 4 kHz	0,96	0,97	0,97
5	REAR M - 65 dB em 0,5 kHz	0,98	0,98	0,98
6	REAR M - 65 dB em 1 kHz	0,99	0,99	0,99
7	REAR M - 65 dB em 2 kHz	0,99	0,99	0,99
8	REAR M - 65 dB em 4 kHz	0,99	0,99	0,99
9	REAR M - 90 dB em 0,5 kHz	1,0	1,0	1,0
10	REAR M - 90 dB em 1 kHz	1,0	1,0	1,0
11	REAR M - 90 dB em 2 kHz	1,0	1,0	1,0
12	REAR M - 90 dB em 4 kHz	1,0	1,0	1,0
13	Questão Sonora 1 (QS1)	1,0	1,0	1,0
14	Questão Sonora 2 (QS2)	1,0	1,0	1,0
15	Questão Sonora 3 (QS3)	1,0	1,0	1,0
16	Questão Sonora 4 (QS4)	1,0	1,0	1,0
17	Limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR)	1,0	1,0	1,0
18	Porcentagem de acertos	1,0	1,0	1,0
19	Melhor relação sinal/ ruído (S/R)	1,0	1,0	1,0

Foi observado que as oito primeiras variáveis, referentes à seleção das características eletroacústicas do AASI, justificam 99% da variância encontrada no grupo A. Foram essas variáveis também, que determinaram a divisão dos indivíduos em grupos (clusters).

A tabela 5.4 apresenta a formação dos grupos (clusters) e o gráfico 5.3 apresenta o dendrograma com a formação dos clusters, na programação ProTC.

Tabela 5.4 – Formação de grupos (clusters) no grupo A (n=10), programação ProTC

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
A1	A2	A3
A8	A4	A5
A9	A7	A6
	A10

Gráfico 5.3 – Dendrograma com a formação dos clusters no grupo A, memória ProTC

A tabela 5.5 apresenta a formação dos grupos (clusters) e o gráfico 5.4 apresenta o dendrograma com a formação dos clusters, na programação ProT.

Tabela 5.5 – Formação de grupos (clusters) no grupo A (n=10), programação ProT

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
A1	A2	A3
A8	A4	A5
A9	A7	A6
	A10

Gráfico 5.4 – Dendrograma com a formação dos clusters no grupo A, memória ProT

A tabela 5.6 apresenta a formação dos grupos (clusters) e o gráfico 5.5 apresenta o dendrograma com a formação dos clusters, na programação ProE.

Tabela 5.6 – Formação de grupos (clusters) no grupo A (n=10), programação ProE

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
A1	A2	A7
A3	A4	A10
A5		
A6		
A8		
A9

Gráfico 5.5 – Dendrograma com a formação dos clusters no grupo A, memória ProE

5.2.2 Comparação da análise exploratória no grupo B (Crianças)

Do grupo B (crianças), composto por 18 participantes, sete indivíduos não conseguiram realizar todas as etapas de avaliação propostas no método. Assim, a análise exploratória desse grupo foi realizada considerando 11 participantes.

A tabela 5.7 descreve as variáveis estudadas no grupo B e o seu valor cumulativo (porcentagem de variância) para as três programações propostas.

Tabela 5.7 – Descrição das variáveis estudadas no grupo B e seu valor cumulativo, nas três programações propostas

Variável	Descrição	ProTC	ProT	ProE
1	REAR M - 50 dB em 0,5 kHz	0,59	0,57	0,61
2	REAR M - 50 dB em 1 kHz	0,77	0,77	0,81
3	REAR M - 50 dB em 2 kHz	0,93	0,92	0,90
4	REAR M - 50 dB em 4 kHz	0,97	0,96	0,96
5	REAR M - 65 dB em 0,5 kHz	0,98	0,98	0,98
6	REAR M - 65 dB em 1 kHz	0,99	0,99	0,99
7	REAR M - 65 dB em 2 kHz	0,99	0,99	0,99
8	REAR M - 65 dB em 4 kHz	0,99	0,99	0,99
9	REAR M - 90 dB em 0,5 kHz	1,0	1,0	1,0
10	REAR M - 90 dB em 1 kHz	1,0	1,0	1,0
11	REAR M - 90 dB em 2 kHz	1,0	1,0	1,0
12	REAR M - 90 dB em 4 kHz	1,0	1,0	1,0
13	Limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR)	1,0	1,0	1,0
14	Porcentagem de acertos	1,0	1,0	1,0
15	Melhor relação sinal/ ruído (S/R)	1,0	1,0	1,0

Foi observado que as oito primeiras variáveis, referentes à seleção das características eletroacústicas do AASI, justificam 99% da variância encontrada no grupo B. Foram essas variáveis também, que determinaram a divisão dos indivíduos em grupos (clusters).

A tabela 5.8 apresenta a formação dos grupos (clusters) e o gráfico 5.6 apresenta o dendrograma com a formação dos clusters, na programação ProTC.

Tabela 5.8 – Formação de grupos (clusters) no grupo B (n=11), programação ProTC

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
B1	B6	B11
B2	B8	B12
B3	B18	B13
B4		
B7

Gráfico 5.6 – Dendrograma com a formação dos clusters no grupo B, memória ProTC

A tabela 5.9 apresenta a formação dos grupos (clusters) e o gráfico 5.7 apresenta o dendrograma com a formação dos clusters, na programação ProT.

Tabela 5.9 – Formação de grupos (clusters) no grupo B (n=11), programação ProT

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
B1	B11	B12
B2		B13
B3		
B4		
B6		
B7		
B8		
B18

Gráfico 5.7 – Dendrograma com a formação dos clusters no grupo B, memória ProT

A tabela 5.10 apresenta a formação dos grupos (clusters) e o gráfico 5.8 apresenta o dendrograma com a formação dos clusters, na programação ProE

Tabela 5.10 – Formação de grupos (clusters) no grupo B (n=11), programação ProE

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
B1	B7	B11
B2	B8	B12
B3	B13	B18
B4		
B6

Gráfico 5.8 – Dendrograma com a formação dos clusters no grupo B, memória ProE

5.3 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELETROACÚSTICAS

5.3.1 Comparação das características eletroacústicas no grupo A (Adultos)

Os valores absolutos individuais da resposta em orelha real amplificada prescrita (REAR P) foram maiores para a condição ProE (Anexo I).

A tabela 5.11 apresenta a comparação dos valores de REAR P por frequência, em cada intensidade estimada, considerando limiares T e E.

Tabela 5.11 – Comparação dos valores de REAR P, considerando os limiares T e E para o grupo A (n=10)

Frequência (kHz)												
0,5				1			2			4		
Intensidade												
(dB)	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
E	88,95	96,20	108,75	91,95	99,55	110,55	102,30	109,70	117,90	105,75	112,50	117,85
T	78,25	85,20	101,25	81,40	90,20	101,25	93,10	102,20	113,10	100,20	101,25	114,90
Diferença	10,70	11,00	7,50	10,55	9,35	9,30	9,20	7,50	4,80	5,55	11,25	3,5
P	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,01*	0,03*	0,03*	0,05	0,24	0,25	0,31

*p< 0,05 significativo

Na análise de variância (modelo GLM) foi observada diferença estatisticamente significativa nas três intensidades medidas, em todas as frequências, com exceção da frequência de 4 kHz e para a intensidade de 90 dB, na frequência de 2kHz.

Na análise de variância (modelo GLM) foi observada diferença estatisticamente significativa, nas três intensidades medidas, em todas as frequências.

5.4 COMPARAÇÃO DA VERIFICAÇÃO DA PRESCRIÇÃO

5.4.1 Comparação da verificação da prescrição no grupo A (Adultos)

As tabelas 5.13, 5.14 e 5.15 apresentam a comparação dos valores de REAR Prescrita (REARP) e REAR Medida em acoplador de 2cc (REAR M) para cada intensidade testada, em todas as frequências, nas três programações propostas.

Tabela 5.13 – Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProTC, no grupo A (n=10)

Condição	Frequência (kHz)																				
	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
REAR P	75	83,6	108,6	78,3	85,2	101,1	81,2	90,1	104,1	93,3	102,4	113,1	100,4	99,1	117,3	100,3	108,0	115,3	101,5	107,4	115
REAR M	75,1	83,5	106,8	78,2	85,2	101,4	81,6	90,3	104,2	92,9	102,0	113,1	100,4	99,2	114,6	100,1	107,9	114,5	101,2	106,8	114,1
Diferença	0,1	0,1	0,2	0,1	0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0	0	0,1	2,7	0,2	0,1	0,8	0,3	0,6	0,9
p	0,59	0,67	0,14	0,75	1,0	0,52	0,22	0,16	0,34	0,34	0,10	1,0	1	0,34	0,02*	0,44	0,34	0,02*	0,26	0,19	0,17

* p< 0,05 significativo

Tabela 5.14 – Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProT, no grupo A (n=10)

Condição	Frequência (kHz)											
	0,5			1			2			4		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
REAR P	78,3	85,2	101,1	81,2	90,1	104,1	93,3	102,4	113,1	100,3	108,0	115,3
REAR M	78,2	85,2	101,4	81,6	90,3	104,2	92,9	102,0	113,1	100,1	107,9	114,5
Diferença	0,1	0	0,3	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0	0,2	0,1	0,8
P	0,75	1,0	0,52	0,22	0,16	0,34	0,34	0,10	1,0	0,44	0,34	0,02*

* p< 0,05 significativo

Tabela 5.15 – Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProE, no grupo A (n=10)

Condição	Frequência (kHz)											
	0,5			1			2			4		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
REAR P	89	96,2	108,6	91,7	99,5	110,5	102,4	109,7	118,4	105,9	112,5	118,5
REAR M	88,9	96,2	108,9	92,2	99,6	110,6	102,2	109,7	117,4	105,6	112,5	117,2
Diferença	0,1	0	0,3	0,5	0,1	0,1	0,1	0	1,0	0,3	0	1,3
P	0,30	1,0	0,34	0,17	0,34	0,67	0,16	1,0	0,05	0,34	1,0	0,03*

* p< 0,05 significativo

Na comparação entre REAR P e REAR M realizada por meio da análise de variância (modelo GLM), foram encontradas diferenças significativas apenas na frequência de 4 kHz, na intensidade de 90 dB, nas três programações.

A tabela 5.16 apresenta as médias de REAR M obtida em cada intensidade pesquisada, em todas as frequências, nas três condições propostas. A tabela 5.17 apresenta a comparação dos valores de REAR M nas três programações propostas, realizada por meio da análise de variância (modelo GLM).

Tabela 5.16 – Média de REAR M(dB NPS) para as três programações, no grupo A (n=10)

Frequência (kHz)																					
Programação	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
ProTC	75,1	83,5	99,2	78,2	85,2	101,4	81,6	90,3	104,2	92,9	102,0	113,1	100,4	106,9	114,6	100,1	107,9	114,5	101,2	106,8	114,1
ProT	75,7	83,5	99,7	78,2	85,2	101,4	81,6	90,3	104,2	92,9	102,0	113,1	98,9	106,9	114,6	100,1	107,9	114,5	99,8	106,8	113,9
ProE	87,9	96,2	108,9	88,9	96,2	108,9	92,2	99,6	110,2	102,2	109,6	117,4	100,9	109,7	117,1	105,6	112,4	117,2	105,6	112,1	117,5

Tabela 5.17 – Comparação das médias de REAR M para as três programações, no grupo A (n=10)

Frequência (kHz)																					
Programação	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
ProTC x ProT	0,34	1	0,32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,10	0,08	1	1	1	1	0,21	0,16	0,16
ProT x ProE	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
ProTC x ProE	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*

* p< 0,05 significativo

5.4.2 Comparação da verificação da prescrição no grupo B (Crianças)

As tabelas 5.18, 5.19 e 5.20 apresentam a comparação dos valores de REAR P e REAR M para o grupo B, nas condições ProTC, ProT e ProE, respectivamente.

Tabela 5.18 – Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProTC, no grupo B (n=18)

Frequência (kHz)																					
Condição	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
REAR P	82,7	90,11	100,3	85	93,0	105,2	86,9	95,1	105,1	99,3	106,5	113,3	99,2	107,7	113,3	97	107,3	109,7	96,8	103,8	107,8
REAR M	82,6	90,11	100,3	84,5	92,6	105,2	87,2	95,3	103,1	99,3	107,1	113,7	99,0	107,6	113,3	96,9	107,1	109,0	96,8	103,3	107,7
Diferença	0,1	0	0	0,5	0,3	0	0,3	0,05	2,0	0	0,6	0,4	0,2	0,1	0	0,1	0,2	0,6	0	0,5	0,1
p	0,16	1	1	0,08	0,2	1	0,1	0,8	0,1	1	0,5	0,3	0,09	0,54	1	0,4	0,2	0,01*	1	0,08	0,33

* p< 0,05 significativo

Tabela 5.19 – Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProT, no grupo B (n=18).

Condição	Frequência (kHz)											
	0,5			1			2			4		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
REAR P	85	93,0	105,27	86,94	95,16	105,11	99,33	106,50	113,33	97,05	107,38	109,72
REAR M	84,5	92,66	105,27	87,27	95,38	103,11	99,33	107,11	113,77	96,94	107,16	109,05
Diferença	0,5	0,33	0	0,33	0,05	2,0	0	0,61	0,44	0,11	0,28	0,67
P	0,08	0,26	1,0	0,18	0,81	0,18	1,0	0,51	0,36	0,42	0,25	0,01*

*p< 0,05 significativo

Tabela 5.20 – Comparação das médias, em dB NPS, de REAR P e REAR M para a programação ProE, no grupo B (n=18)

Condição	Frequência (kHz)											
	0,5			1			2			4		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
REAR P	94,94	100,27	108,61	98,38	104,22	111,5	107,05	112,61	117,94	106,66	111,66	115,0
REAR M	94,11	100,33	108,27	98,38	104,11	111,38	107,00	112,5	117,27	106,61	111,72	114,83
Diferença	0,83	0,05	0,38	0	0,55	0,33	0,05	0,11	0,66	0,05	0,7	0,16
P	0,19	0,93	0,12	1,0	0,47	0,48	0,33	0,80	0,02*	0,66	0,92	0,18

* p< 0,05 significativo

Na comparação entre REAR P e REAR M, realizada por meio da análise de variância (modelo GLM), foram encontradas diferenças significativas apenas na frequência de 4 kHz, na intensidade de 90 dB, nas programações ProT e ProTC. Na Programação ProE foi encontrada diferença significativa na intensidade de 90, dB na frequência de 2 kHz.

A tabela 5.21 apresenta as médias de REAR M obtida em cada intensidade pesquisada, em todas as frequências, nas três condições propostas. A tabela 5.22 apresenta a comparação dos

valores de REAR M nas três programações propostas, realizada por meio da análise de variância (modelo GLM).

Tabela 5.21 – Média de REAR M (dB NPS) para as três programações, no grupo B (n=18)

Programação	Frequência (kHz)																				
	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
ProTC	82,67	90,11	100,39	84,50	92,67	103,11	87,28	95,39	104,89	99,33	107,17	113,78	99,06	107,61	113,28	96,94	105,28	109,06	96,83	103,39	107,72
ProT	82,44	89,94	100,39	84,50	92,67	103,00	87,28	95,39	104,89	99,33	107,17	113,78	98,83	107,39	112,94	96,94	105,28	109,06	96,50	102,94	107,61
ProE	92,78	100,11	108,28	94,11	100,33	108,28	98,39	104,11	111,39	107,00	112,11	117,28	105,94	112,50	114,39	106,56	111,72	114,83	100,33	111,72	114,39

Tabela 5.22 – Comparação das médias de REAR M (dB NPS) para as três programações, no grupo B (n=18)

Programação	Frequência (kHz)																				
	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
ProTC x ProT	0,16	0,18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,33	0,21	0,05	1	1	1	0,11	0,07	0,72
ProT x ProE	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
ProTC x ProE	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*

* p< 0,05 significativo

5.5 COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA FALA

5.5.1 Comparação da avaliação da percepção da fala no grupo A (Adultos)

O gráfico 5.9 apresenta os valores médios do limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio (LRSS) e no ruído (LRSR) e a melhor relação sinal/ruído (S/R). É importante ressaltar que os valores de LRSR e S/R são dependentes e, que, valores menores representam melhor desempenho.

Gráfico 5.9 – Média do LRSS, LRSR e S/R nas três programações no grupo A (n=10)

A tabela 5.23 apresenta a comparação dos valores de LRSS, LRSR e S/R nas três programações propostas. Uma vez que LRSS, LRSR e S/R são medidas dependentes e apresentam interação, foi utilizado o modelo GLM com distribuição de poisson.

Tabela 5.23 – Comparação do desempenho na avaliação da percepção de fala (LRSR e S/R), considerando as três programações propostas, no grupo A (n=10)

	LRSS	LRSR	S/R
ProT x ProE	0,9	0,90	0,12
ProT x ProTC	0,16	0,93	0,99
ProTC x ProE	0,05	0,90	0,08

* $p < 0,05$ = significativo

5.5.2 Comparação da avaliação da percepção da fala no grupo B (Crianças)

Dos 18 participantes do grupo B (crianças), apenas 11 conseguiram realizar a avaliação da percepção da fala completa. (Anexo L). O gráfico 5.10 apresenta a média dos valores de LRSS para os 18 indivíduos do grupo B.

Gráfico 5.10 – Média do LRSS (dB A) nas três programações, no grupo B (n=18)

Na tabela 5.24 está a comparação do valor do LRSS no grupo B. Foi utilizado o modelo GLM com distribuição de poisson.

Tabela 5.24 – Comparação do valor de LRSS, considerando as três programações propostas, no grupo B (n=18)

	p
ProT x ProE	0,06
ProT x ProTC	0,08
ProTC x ProE	0,09

Ajuste realizado com a correção de Scheffé / * $p < 0,05$ = significativo

O gráfico 5.11 apresenta os valores médios do limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR) e a melhor relação sinal/ruído (S/R) para os 11 participantes do grupo B que realizaram a prova completa. É importante ressaltar que os valores de LRSR e S/R são dependentes e, que, valores menores representam melhor desempenho.

Gráfico 5.11 – Média do LRSR e S/R nas três programações no grupo B (n=11)

A tabela 5.25 apresenta a comparação dos valores de LRSR e S/R nas três programações propostas. Uma vez que LRSR e S/R são medidas dependentes e apresentam interação, foi utilizado o modelo GLM com distribuição de poisson.

Tabela 5.25 – Comparação do desempenho na avaliação da percepção de fala (LRSR e S/R), considerando as três programações propostas, no grupo B (n=11)

	LRSR	S/R
ProT x ProE	0,18	0,01*
ProT x ProTC	0,73	0,66
ProTC x ProE	0,09	0,02*

* $p < 0,05$ = significativo

5.6 COMPARAÇÃO DO JULGAMENTO DA QUALIDADE SONORA

5.6.1 Comparação do julgamento da qualidade sonora no grupo A (Adultos)

A avaliação do julgamento da qualidade sonora foi realizada apenas no grupo A (Adultos). O gráfico 5.12 apresenta as médias obtidas nas questões de qualidade sonora, nas três programações propostas.

Gráfico 5.12 – Média obtida nas respostas às questões de qualidade sonora (QS), no grupo A (n=10)

Na tabela 5.26 está a comparação entre as respostas obtidas nas questões de qualidade sonora (QS) nas três programações.

Tabela 5.26 – Comparação das respostas obtidas nas questões de qualidade sonora (QS), considerando as três programações propostas, no grupo A (n=10)

	QS1	QS2	QS3	QS4
ProT x ProE	0,29	0,01*	0,13	0,26
ProT x ProTC	0,40	0,69	0,68	0,44
ProTC x ProE	0,06	0,00*	0,08	0,06

Ajustado com a correção de Scheffé/ * $p < 0,05$ = significativo

A comparação realizada por meio do modelo GLM com resposta binomial negativa mostrou diferença significativa na questão de qualidade sonora 2 (QS2) entre as programações ProTC x ProE e ProTx ProE.

5 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

6.1 COMPARAÇÃO DOS LIMIARES AUDITIVOS

Os gráficos 5.1 e 5.2 apresentam correlações positivas fortes (grupo A) e moderadas a forte (grupo B) entre os limiares auditivos tonais (I) e os estimados pela resposta auditiva de estado estável (RAEE). As correlações verificadas no presente estudo foram similares aos resultados obtidos com adultos (LINS et al., 1996), crianças (BALLAY et al., 2005, FERNANDEZ et al., 2006) e em ambos (DUARTE et al., 2008).

As tabelas 5.1 (grupo A) e 5.2 (grupo B) mostram que a média das diferenças entre os limiares auditivos tonais (I) e os estimados pela RAEE (E), variou de 10,4 dB (2kHz) a 15,5 dB (1kHz) para adultos e de 10 dB (2kHz) a 14,16 (1kHz), no caso de crianças. A comparação entre médias evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os limiares auditivos tonais e a RAEE, sendo isso compatível com os achados da literatura para adultos (LINS et al., 1995, FERRAZ et al., 2002), crianças (SWANEPOEL; STEYN, 2005) e ambas populações (LINS et al., 1996, CALIL et al., 2006), que possuíam perfil audiométrico similar aos dos participantes do presente estudo.

Esta diferença entre limiares auditivos tonais e a RAEE era esperada em virtude das diferenças nos processos fisiológicos exigidos para eliciar a resposta em cada uma das avaliações (LINS et al., 1995, DUARTE et al., 2008). A audiometria tonal limiar é um procedimento psicofísico que envolve uma série de respostas complexas do sistema auditivo, desde as estruturas periféricas até centros de processamento central da informação auditiva (YANTIS, 1994, WILBER, 2001, NORTTHERN; DOWNS, 2005). A RAEE, por outro lado, é um procedimento eletrofisiológico no qual a atividade bioelétrica do sistema auditivo é eliciada, a partir da

apresentação de um estímulo acústico modulado em frequência e/ou amplitude. A RAEE registrada na frequência de modulação entre 80 e 110 Hz estão relacionadas às estruturas envolvidas com a audição no tronco encefálico (STAPELLS, 1984, LINS, 2002) e podem estimar os limiares auditivos específicos por frequência.

6.2 COMPARAÇÃO DA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Foi realizada uma análise estatística exploratória com a finalidade de investigar a influência de cada uma das variáveis no padrão de resultados encontrados e verificar se novas hipóteses poderiam surgir a partir dela. A técnica de cluster foi aplicada separadamente para os grupos A e B, considerando cada uma das programações propostas (ProTC, ProT e ProE).

Para o grupo A foram consideradas 19 variáveis. Desse total, oito foram determinantes para a formação dos clusters e, conseqüentemente, para os resultados, sendo elas a resposta em orelha real amplificada medida em acoplador de 2cc (REAR M) para sons fracos (50 dB) e médios (65 dB) nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz. Esse achado foi consistente nas três programações propostas (tabela 5.3)

No grupo B foram consideradas 15 variáveis, uma vez que a prova de julgamento da qualidade sonora não foi aplicada a este grupo. As variáveis determinantes para a formação dos clusters e, conseqüentemente, para os resultados evidenciadas no grupo B foram as mesmas do grupo A, sendo este achado também consistente para as três programações propostas (tabela 5.7).

A análise dos gráficos 5.3 a 5.5 e tabelas 5.4 a 5.6 (grupo A) bem como dos gráficos 5.6 a 5.8 e tabelas 5.8 a 5.10 (grupo B) mostram que os grupos (clusters) formados foram diferentes nas três programações propostas. Apesar disso, o padrão de similaridade/dissimilaridade entre os indivíduos e entre os clusters formados na ProTC, ProT e ProE foram mantidos, como indicado

nos dendrogramas descritos nos gráficos 5.3 a 5.5 (grupo A) e 5.6 a 5.8 (grupo B). Isso significa que, as diferentes programações estudadas não influenciaram sobremaneira no padrão de resultados.

6.3 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELETROACÚSTICAS

Inicialmente faz-se necessário considerar que o método prescritivo *Desired Sensation Level* (DSL) foi elaborado e desenvolvido para a seleção e adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) em crianças, já que nesta população o processo se difere da população adulta em muitos aspectos. No entanto, o método DSL também pode ser aplicado para a população adulta, estando disponível nos diferentes softwares de programação dos fabricantes de AASI.

Clinicamente, observa-se que os métodos prescritivos não lineares de maior utilização são o método NAL-NL1 (DILLON, 2001) e o DSL i/o (SEEWALD et al., 1997). Os trabalhos realizados com a seleção das características eletroacústicas do AASI em adultos utilizando o método DSL são variados, sendo que alguns descrevem boa aceitação dos valores prescritos (HORNSBY; RICKETTS, 2003) e outros indicam que os tais valores excedem o nível de conforto e audição preferido por esses indivíduos (MARRIAGE, MOORE; ALCÁNTARA, 2004).

Em geral, a programação gerada pelo software do método DSL i/o versão 4.1 para adultos requer ajustes finos para adequação do ganho por frequência (SCOLIE et al., 2005), o que não foi realizado no presente estudo. Em princípio este fato pode ter influenciado os resultados de percepção da fala e julgamento da qualidade sonora obtidos no grupo de adultos. No entanto, deve ser lembrado que, se tal influência houve, isso ocorreu em todas as programações estudadas, já que a análise dos resultados foi baseada na comparação do participante com ele mesmo (intra-sujeito). Sendo assim, os possíveis erros inerentes ao método

prescritivo selecionado iriam ocorrer em todas as situações de teste, não comprometendo o objetivo deste estudo.

A tabela 5.11 mostra que, para o grupo A, em média, a resposta em orelha real amplificada prescrita (REAR P), obtida a partir da resposta auditiva de estado estável foi maior do que aquela obtida a partir dos limiares auditivos tonais em todas as frequências e intensidades de entrada estudadas. No entanto, a análise da variância mostrou que tais diferenças só foram estatisticamente significativas nas frequências de 500 e 1kHz (50, 65 e 90 dB NPS) e 2k Hz (50 e 65 dB NPS).

Para o grupo B (tabela 5.12), a análise de variância mostrou que a média da REAR P foi significativamente maior quando considerada a RAEE do que os limiares auditivos tonais, em todas as intensidades e frequências analisadas.

Ressalta-se que as diferenças entre a REAR P, calculada com base em limiares auditivos tonais e estimados na RAEE, variaram de 3,5 a 11,25 dB (grupo A) e 3,64 e 11,27 dB (grupo B).

Tais resultados podem ser explicados pelas diferenças entre os limiares auditivos tonais e limiares estimados pela RAEE, obtidos nos dois grupos. O método DSL realiza a estimativa do valor da REAR com base nos valores de limiar que são inseridos no software (SEEWALD; ROSS; SPIRO, 1985, SEEWALD et al., 1997, SCOLIE et al., 2005, BAGATTO et al., 2005). Uma vez que os limiares estimados pela RAEE foram maiores do que os limiares auditivos tonais, os níveis de sensação, calculados pelo método, foram maiores para a ProE.

Especificamente para o grupo A, não houve diferença estatisticamente significativa para a frequência de 4 kHz (tabela 5.11), apesar da diferença entre os limiares auditivos tonais e estimados pela RAEE serem significativas (tabela 5.1). Isso pode ter ocorrido pelo fato de que, além dos limiares auditivos, o software DSL i/o versão 4.1 estabelece valores de REAR para diferentes níveis de entrada considerando o espectro de fala em longo termo (LTASS), a partir da determinação dos níveis de sensação desejada para cada frequência (SEEWALD; ROSS; SPIRO, 1985, SEEWALD et al., 1997, SCOLIE et al., 2005). De acordo com as recomendações do

próprio método o espectro de fala selecionado para adultos foi o *International Byrne* (BYRNE et al., 1994) e o *University of Western Ontario Child - UWO Child* (CORNELISSE; GAGNÉ; SEEWALD, 1991) foi selecionado para crianças.

Existe uma relação direta entre os níveis de 1/3 de oitava de banda do LTASS incorporado no algoritmo utilizado para determinar a quantidade de amplificação necessária para uma dada perda de audição e o nível de sensação resultante do sinal de fala amplificado, ouvido pelo usuário (CORNELISSE; GAGNÉ; SEEWALD, 1991). Assim, quanto mais altos forem os níveis de fala presumido nas diferentes frequências, menor será a quantidade de amplificação prescrita.

O espectro de fala em longo termo *UWO Child* leva em consideração o nível da fala de outros falantes bem como os da fala produzida pela própria criança, cuja média de 1/3 de oitava de banda apresenta maior energia nas regiões de 200 a 2000 Hz e menor energia nas regiões acima de 2500 Hz. Ao fazer isso o método considera, também, a importância do monitoramento acústico-articulatório necessário para que a criança possa desenvolver linguagem oral (SEEWALD, 1995). A diferença do LTASS selecionado para adultos e crianças implica em diferenças no cálculo base da REAR P, assim justificando as diferenças dos achados de adultos e crianças.

6.4 COMPARAÇÃO DA VERIFICAÇÃO DA PRESCRIÇÃO

A partir dos valores prescritos (REAR P) pelos limiares auditivos tonais nas frequências de 250 a 6000 Hz e dos limiares auditivos tonais e estimados pela RAEE nas frequências de 500, 1k, 2k e 4 kHz, foi realizado o ajuste das características eletroacústicas do AASI Elewa 211/311 e posterior verificação no acoplador de 2cc, dando origem à REAR medida (REAR M).

Tanto para o grupo de adultos (tabelas 5.13 a 5.15) como o grupo de crianças (tabelas 5.18 a 5.20) a média da diferença entre a REAR P e REAR M foi sempre inferior a 1,4 dB, em todas as intensidades e frequências analisadas e nas três programações consideradas. As maiores diferenças foram iguais a 1,3 dB na frequência de 4 kHz na ProE (grupo A) e 0,67 dB na frequência de 4 kHz na ProT (grupo B). Tal resultado justifica-se em função da metodologia adotada no estudo, que foi a de equipar a resposta do AASI medida em acoplador de 2 cc com aquela prescrita pelo método DSL i/o, por meio de ajustes manuais realizados no software IPFG versão 1.5a.

Ainda assim, para o grupo A (tabelas 5.13 a 5.15), a análise de variância mostrou diferenças estatisticamente significativas entre a REAR P e REAR M, para o nível de entrada de 90 dB nas frequências de 3 e 4kHz na programação ProTC e em 4 kHz nas programações ProT e ProE. Para o grupo B foram encontradas diferenças significativas entre a REAR P e REAR M para o nível de entrada de 90 dB na frequência de 4 kHz para as programações ProT e ProTC e na frequência de 2 kHz na programação ProE (tabelas 5.18 a 5.20).

SCOLIE et al. (2005) descreveram que os alvos prescritos para as frequências de 4 e 6 kHz no algoritmo DSL i/o versão 4.1 representam respostas de difícil equiparação, considerando as características eletroacústicas dos aparelhos de amplificação sonora. LYBARGER (1994) descreveu que a resposta de frequência dos AASIs são menos precisas a partir de 4 ou 5 kHz. O AASI Eleva 211/311, embora possua faixa de frequência entre 100 a 6800 Hz, apresenta desempenho otimizado na região de frequência de 250 a 4000 Hz. Além disso, esse AASI apresenta 16 canais de processamento de sinal, agrupados em 6 bandas de ajuste manual, via software (IPFG versão 1.5a). Embora isto confira flexibilidade para ajuste da resposta de frequência, não é possível manipular os canais de maneira totalmente independente. Assim, por vezes, a fim de atingir a equiparação do valor prescrito em uma determinada região de frequência, faz-se necessário a realização de ajustes que prejudicam a equiparação em outras bandas.

O mesmo ocorre para o ajuste da saída máxima. O AASI Eleva apresenta dois sistemas de compressão, sendo um do tipo compressão de área dinâmica ampla (WDRC) e outro de limitação de saída (AGC-O), de 16 canais. Um ou outro sistema é acionado de acordo com o nível do sinal que entra no microfone do AASI.

Para sons de intensidade forte (80 ou 90 dB NPS) o sistema de compressão por limitação de saída age abruptamente com o objetivo de garantir conforto auditivo (DILLON, 2001). Para tal, é determinante que a saída máxima nunca exceda os valores prescritos. A fim de garantir que isso ocorra em uma determinada banda de frequência, faz-se necessário ajustar a saída máxima em um valor abaixo do prescrito em outra região.

Deve ser ressaltado que a diferença estatisticamente significativa entre a REAR P e REAR M não implica em significância clínica. DILLON (2001) relatou que diferenças entre os valores prescritos e medidos da ordem de 3 dB, não representam importância clínica no desempenho do indivíduo com o AASI.

As tabelas 5.16 e 5.17 (grupo A) e 5.21 e 5.22 (grupo B) mostram a média da REAR M e comparações entre as diferentes programações. Ainda que, para a ProT e ProE, DSL i/o tenha gerado valores prescritos em frequências discretas, os valores da REAR M estão descritos para a extensão de frequência de 0,25 a 6kHz, para as três programações estudadas. Isso foi possível pelo fato de que uma varredura de tom puro nas frequências de 125 a 8000 Hz foi utilizada como estímulo para a verificação em acoplador de 2cc. O acoplador, por sua vez, registra a resposta do AASI para essa mesma varredura. Assim, foi possível registrar a amplificação gerada nas frequências de 250, 3k e 6 k Hz, quando da utilização da ProT e ProE.

A comparação das médias da REAR M nas programações ProTC, ProT e ProE, realizada por meio da análise de variância (modelo GLM), não mostrou diferenças significativas entre a ProTC e ProT, em todas as frequências analisadas, tanto para adultos (tabela 5.17) como para crianças (tabela 5.22). Este resultado é de grande importância considerando que, no caso da ProT e ProE, a amplificação fornecida nas frequências de 250, 3k e 6k Hz foi uma consequência

do ajuste realizado a partir da prescrição em frequências onde o limiar auditivo, ou sua estimativa, estava disponível.

Embora com a população adulta o padrão ouro para a seleção das características eletroacústicas do AASI sejam os limiares nas frequências de 250 a 8000 Hz, tais dados frequentemente não estarão disponíveis para a população pediátrica (SEEWALD; ROSS; SPIRO, 1985; ROUSH, 2004). Crianças necessitam de uma largura de banda ampla, a fim de obter melhor performance de reconhecimento de palavras bem como para aprender novos vocábulos (STELMACHOWICZ et al., 2007). O resultado do presente estudo demonstrou que a partir de um conjunto limitado de informações dos limiares auditivos foi possível o fornecimento de uma resposta de frequência de ampla extensão, semelhante àquela baseada na audiometria tonal completa.

No que se refere aos valores da REAR M obtidos pela programação baseada nos limiares estimados da RAEE (ProE), estes foram entre 4 a 12 dB (adultos) e entre 2 a 10 dB (crianças) maiores do que os obtidos pela ProT e ProTC. Tais diferenças foram estatisticamente significativas em todas as frequências e intensidades analisadas para ambos os grupos estudados (tabela 5.17 e 5.22).

As diferenças da REAR M entre ProE e ProTC bem como entre a ProE e ProT eram esperadas uma vez que refletem as diferenças entre as prescrições realizadas (REAR P).

CASTRO; BELDA; PRAT (2006) também encontraram diferenças entre a prescrição realizada a partir de um método que considera a função amplitude/intensidade da RAEE e a prescrição realizada por meio de limiares auditivos tonais.

Os métodos prescritivos para seleção das características eletroacústicas do AASI foram desenvolvidos a partir de considerações psicoacústicas relacionadas à audiometria tonal limiar. A utilização direta dos limiares auditivos estimados na RAEE nos softwares desses métodos pode resultar em erros nos valores prescritos, inerentes ao procedimento de avaliação audiológica (CASTRO; BELDA; PRAT, 2006).

RUDMIN (1984), TALBOTT (1987) descreveram que avaliações comportamentais para a obtenção do limiar auditivo em crianças, tais como a audiometria de reforço visual ou a audiometria condicionada, apresentam variabilidade teste-reteste de, em média, 10 dB.

A diferença entre os limiares auditivos tonais e estimados pela RAEE obtidos no presente estudo, variou de 10,8 a 15,5 dB no grupo A e 10 a 14,16 dB no grupo B. Dessa forma, os erros relacionados à estimativa do limiar por meio da RAEE são similares a um padrão de erro inerente ao procedimento de avaliação audiológica comportamental.

6.5 COMPARAÇÃO DA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA FALA

No grupo A, todos os participantes realizaram todas as etapas do protocolo de avaliação da percepção da fala proposto por COSTA (1998): limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio (LRSS), limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR), pesquisa da melhor relação sinal/ruído (S/R).

O gráfico 5.9 apresenta os valores médios da LRSS, LRSR e S/R, no grupo A. Nesse gráfico, valores mais elevados são indicativos de pior desempenho. Pode ser observado que, em média, piores resultados foram obtidos com o uso da ProE. No entanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as programações (tabela 5.23). Isso indica que, embora a ProE tenha gerado maiores níveis de amplificação em orelha real (REAR) do que a ProTC e ProT, tal fato não interferiu no desempenho dos adultos.

Deve ser destacado também que as S/R obtidas neste grupo foram sempre positivas, ou seja, o nível do sinal superior ao nível do ruído. KILLION (1997) descreveu que, para indivíduos com perda auditiva de grau moderado e severo (média de 40 a 60 dB), a relação sinal/ ruído

necessária é de 12 a 20 dB. As médias obtidas foram 10,5, 11,5 e 14 para as programações ProTC, ProT e ProE, respectivamente.

No grupo B, a única etapa realizada por todos os participantes, foi a determinação do limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio (LRSS). O gráfico 5.10 apresenta os valores médios do LRSS obtidos nas três programações. Não foram encontradas diferenças significativas entre as programações propostas. Também no grupo de crianças, os maiores níveis de amplificação em orelha real (REAR) obtidos com a ProE, não interferiram no desempenho.

O gráfico 5.11 mostra o resultado das pesquisas do limiar de reconhecimento de sentenças no ruído (LRSR) e relação sinal ruído (S/R), realizadas por 11 participantes do grupo B. Nesse gráfico, valores maiores são indicativos de pior desempenho. Melhores resultados foram obtidos com a utilização da ProE, no entanto as diferenças entre as programações não foram significativas para a pesquisa do LRSR. Já no caso da pesquisa da relação S/R, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a ProE e as programações baseadas em limiares tonais (ProT e ProTC), conforme mostra a tabela 5.25.

O desempenho na avaliação da percepção da fala no ruído no grupo B (gráficos 5.12 e 5.13) mostrou que, apesar das diferenças nos valores de REAR M (tabela 5.21), o desempenho dos indivíduos com a programação ProE foi melhor quando comparado com as programações baseadas em limiares auditivos tonais (ProTC e ProT).

SCOLIE (2008) estudou a possibilidade de relacionar o índice de reconhecimento de sentenças no ruído para crianças com a mesma faixa etária do presente estudo, com o mesmo índice de adultos, porém encontrou diferenças significativas entre os grupos evidenciando que crianças necessitam de maior redundância e maior destaque do sinal de fala em relação ao ruído em concordância com STELMACHOWICZ et al (2000), o que pode justificar o desempenho satisfatório do grupo B na avaliação da percepção da fala no ruído com a programação ProE.

É importante ressaltar que o presente estudo representa os resultados de uma avaliação clínica no momento da seleção e adaptação do AASI. Nesses casos, os participantes utilizaram o

AASI com as programações propostas em um curto intervalo de tempo (algumas horas). Apesar de importante, essa avaliação não reflete o desempenho do indivíduo com o AASI em longo tempo.

Além disso, no momento em foram considerados para a análise dos resultados, apenas os indivíduos que conseguiram realizar todas as etapas do protocolo de avaliação, pode ter havido um viés, no sentido de que esses indivíduos apresentaram melhor desempenho em relação aos que não conseguiram realizar a avaliação da percepção da fala no ruído. Pode ser que, quando grupos mais heterogêneos e de crianças com faixa etária menor forem considerados, essa diferença não aconteça.

Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo, na percepção da fala no ruído no grupo B com a programação ProE, não devem ser lidos como uma recomendação de determinação de maiores níveis de sensação desejada para crianças, mesmo porque, os valores calculados pelo método DSL foram validados longitudinalmente e sua a confiabilidade foi amplamente comprovada (SEEWALD; ROSS; SPIRO, 1985, SEEWALD, 1995, ROUSH, 2004, BAGATTO et al., 2005, SCOLIE et al., 2005). Por outro lado, deve-se ressaltar que tais resultados evidenciaram que não houve impacto negativo no desempenho de percepção de fala na presença do ruído com a programação ProE, na avaliação clínica.

6.6 COMPARAÇÃO DO JULGAMENTO DA QUALIDADE SONORA

A avaliação do julgamento da qualidade sonora foi realizada apenas no grupo A. O gráfico 5.12 mostra o julgamento das dimensões de qualidade sonora referentes a nitidez (QS1), conforto (QS2), sensação de intensidade (QS3) e impressão total (QS4), obtidos para as três diferentes programações. Com exceção da QS3, valores maiores indicam julgamentos mais

favoráveis. Não houve diferença entre os resultados obtidos com as programações ProTC e ProT. Tal resultado pode ser justificado pela similaridade da REAR M obtida nas duas programações, que não apresentou diferença significativa, como mostrado na tabela 5.18.

No que se refere à ProE os resultados indicaram que houve pior julgamento do conforto (QS2) para esta programação quando comparadas à ProTC e ProT (tabela 5.26).

Os valores obtidos na REAR M para a programação ProE foram maiores (tabela 5.17) e apresentaram diferença significativas quando comparadas as programações baseadas em limiares auditivos tonais (ProTC e ProT), o que pode justificar o pior julgamento de QS2 para essa programação. BUUREN; FESTEN; HOUTGAST (1996) encontraram influencia negativa na qualidade sonora com o aumento de 20 e 30 dB no pico de resposta de frequência do AASI. Embora não significativo, o julgamento de QS1 QS3 e QS4 também foram piores na ProE.

Na avaliação da percepção da fala não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no desempenho obtido com a ProE em relação a ProTC e ProT (tabela 5.23), apesar das médias obtidas com a ProE serem maiores, ou seja, piores (gráfico 5.9). Em contrapartida, o julgamento da qualidade sonora evidenciou que, para todas as dimensões avaliadas, a ProE obteve pior julgamento, especialmente no que se refere ao conforto auditivo, onde a diferença foi estatisticamente significativa (tabela 5.26).

PREMINGER; TASELL (1995) descreveram a relação entre a avaliação da percepção da fala e o julgamento da qualidade sonora e a importância da avaliação conjunta desses dois aspectos no processo de seleção e adaptação do AASI, visto que ambos os procedimentos se completam e possibilitam melhor ajuste e aceitação da adaptação.

Entretanto, como já apresentado, a avaliação do julgamento da qualidade sonora é realizado por meio de escalas subjetivas que envolvem conceitos complexos e abstratos a cerca das dimensões avaliadas (GABRIELSON et al. 1988). A aplicação dessa avaliação em crianças é difícil, em razão da pouca confiabilidade das respostas obtidas.

Dessa forma, quando o processo de seleção das características eletroacústicas do AASI for realizado com base em limiares auditivos estimados pela RAEE, é importante que a etapa de verificação seja realizada com precisão e cuidado e, mais, que a etapa de validação e avaliação dos resultados seja realizada de forma sistemática e em curtos intervalos entre as sessões. Questionários para a avaliação dos resultados em situações cotidianas e reais devem ser aplicados aos pais, em última instância responsáveis pelo uso da amplificação, para validar a utilização dos dados obtidos na RAEE como base da seleção das características eletroacústicas em crianças.

Por fim, é válido ressaltar que a utilização das repostas psicoacústicas e comportamentais do sistema auditivo continuam sendo o padrão ouro (*gold standard*) no processo de seleção das características eletroacústicas do AASI em crianças. Ainda que a programação inicial do AASI seja baseada em limiares auditivos estimados por meio de respostas eletrofisiológicas (como a RAEE, por exemplo), a avaliação audiológica continuará sendo realizada até que as informações auditivas psicoacústicas específicas por frequência possam ser obtidas de maneira confiável. A programação do AASI, então, será ajustada de acordo com esses limiares e as mudanças da RECD (MARCOUX; HANSEM, 2003, ROUSH, 2004, BAGATTO et al, 2005, SCOLIE et al, 2005).

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos nesse estudo pode-se concluir que, a partir de diferentes programações, geradas com base em limiares auditivos tonais na região de frequência de 250 a 6000 Hz (ProTC), limiares tonais obtidos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (ProT) e limiares auditivos estimados por meio da resposta auditiva de estável (RAEE) obtidos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (ProE):

- A performance eletroacústica do aparelho de amplificação sonora individual, descrita como a resposta em orelha real amplificada, foi significativamente maior na programação baseada nos limiares estimados pela RAEE em comparação a programação baseada em limiares auditivos tonais, tanto para adultos como para crianças;

- As diferenças obtidas entre as programações geradas com base em limiares auditivos tonais (ProTC e ProT) não foram significativas, tanto para adultos como para crianças;

- O desempenho na percepção da fala na presença de ruído mostrou que, para adultos, não houve influência da programação no limiar de reconhecimento de sentenças no ruído e na obtenção da melhor relação sinal/ruído;

- Para crianças, o desempenho na avaliação da percepção da fala no ruído foi significativamente diferente com a programação baseada na RAEE, evidenciando que, apesar da diferença na performance eletroacústica medida, não houve influência negativa no desempenho;

- No julgamento da qualidade sonora, foram observados piores julgamentos das dimensões nitidez, sensação de intensidade e impressão total para a programação baseada em limiares auditivos estimados pela RAEE. Para a dimensão conforto auditivo foram encontradas diferenças significativas quando comparada com as programações baseadas em limiares auditivos tonais (ProTC e ProT).

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Ahn JH, Lee HS, Kim YJ, Yoon TH, Chung JW. Comparison pure tone audiometry and auditory steady state response for measurement of hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007; 136 (6): 966-971

American national standards institute. Specifications for audiometers. 1996; ANSI S3.6.

Bagatto MP et al. Real ear to coupler difference predictions as a function of age for two coupling procedures. *J Am Acad Audiolo.* 2002; 13: 407-415.

Bagatto MP et al. Clinicals protocols for hearing instruments fitting in the desired sensation level method. *Trens Ampl.* 2005; 9 (4): 199-226.

Ballay C, Tonini R, Waninger T, Yeen C, Manolidis S. Steady-state response audiometry in a group of patients with steeply sloping sensorineural hearing loss. *Laryngoscope.* 2005; 115: 1243-1246.

Beauchaine KL. An amplification protocol for infants. In: Seewald RC (ed) *A sound foundation through early amplification: proceedings of an international conference*; 2001. p: 105-112.

Buuren RA, Fersten JM, Houtgast T. Peaks in the frequency response of hearing aids: evaluation of the effects on speech intelligibility and sound quality. *J Speech Hear.* 1996; Res, 39: 239-250

Byrne D et al. An international comparison of long term speech spectra. *J Acous Soc Am.* 1994; 96: 2108-2120.

Calil DB, Lewis DR, Fiorini AC. Achados dos potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças ouvintes. *Dist Comum.* 2006; 18 (3): 391-401

Castro FZ, Belda RF, Prat B. La adaptacion audioprotesica pediatrica precoz a partir de registros de potenciales evocados auditivos de estado estable. 2006; *Acta Otorrinolaringol Esp*; 57: 388-393.

Cornelisse LE, Gagné JP, Seewald RC. Ear level recordings of long term average spectrum of speech, 1991. *Ear Hear*; 12: 47-54.

Costa MJ. Lista de Sentenças em Português (livreto e CD), Santa Maria: Palloti, 1998; 48p.

Cox RM, Moore JN. Composite speech spectrum for hearing aid gain prescriptions. *J Speech Hear Res.* 1988; 31: 102-107

Dillon H. *Hearing Aids*, Sydney: Boomerang, 2001; 504p.

Doni MV. Análise de Cluster: métodos hierárquicos e de particionamento. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie; 2004.

Donini, TS. A utilização do potencial evocado auditivo de estado estável no processo de indicação do aparelho de amplificação sonora individual em crianças com deficiência auditiva [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 2008.

Duarte JL. A utilização da resposta auditiva de estado estável para estimar limiares auditivos em indivíduos com perda auditiva neurossensorial [dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo; 2007

Duarte JL, Alvarenga KF, Garcia TM, Costa OA, Lins OG. A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica. 2008; Pró-Fono, 20 (2): 105-110.

Fabry DA, Schum DJ. The role of subjective measurement techniques in hearing aid fitting. In: Valente M. Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings, New York: Thieme; 1999.p. 137-155

Fedtke T, Richter U. Reference zero for the calibration of air conduction audiometric equipment using tone bursts as test signal. Int J Audiol. 2007; 46 (1): 1-10.

Fernandez AM, Fernandez MAA, Martinez LFA, Alvarez ABA. Comparative study between auditory steady state response, auditory brainstem response and limiar tonal audiometry. 2006; Acta Otorrinolaringol Esp., 58 (7): 290-295.

Ferraro JA, Durrant JD. Potenciais Auditivos Evocados: visão geral e princípios básicos In: KATZ J . Tratado de Audiologia Clínica, CIDADE EDITORA; 1999. p. 315- 336.

Ferraz OB, Freitas SV, Marchiori LLM. Análise das respostas obtidas por potenciais evocados auditivos de estado estável em indivíduos normais. 2002; Rev Bras. ORL, 68 (4): 480-486.

Firtz JB, Gaggl W, Samuelson CL. Auditory sensitivity in children using the auditory steady state response. 2004; Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 130:536-540.

Flabiano FC, Leite RA, Matas CG. Audiometria de tronco encefálico em adultos audiológicamente normais: comparação das latências absolutas da onda I, III, V, interpicos I-III, I-V e III-V, amplitude das ondas I, III, V e relação da amplitude V/I em dois equipamentos diferentes, 2002. Acta Awho, 21 (1) acesso on line. Disponível em www.actaawho.com.br

Gabrielson A, Schenkman BO, Hagerman B. The effects of different frequency responses on sound quality judgments and speech intelligibility. J Speech Hear Res. 1988; 31: 166-177.

Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KA, Jesteadt W. Auditory brainstem responses to tone bursts in normally hearing subjects. J. Speech Hear. Res. 1988; 31: 87-97.

Gorga MP, Neely ST. Some factors that may influence the accuracy of auditory brainstem response estimates of hearing loss In: Seewald RC (ed) A sound foundation through early amplification: proceedings of an international conference, 2001.

Hall J. Handbook of auditory evoked responses, Massachusetts: Allyn and Bacon, 1992.

Herdman AT et al. Intracerebral sources of human auditory steady state responses. Brain Topogr. 2002; 15 (2): 69-86.

Hornsby BW, Ricketts TA. The effects of hearing loss on the contribution of high and low frequency speech information to speech understanding. J Acoust Soc Am. 2003; 113: 1706-1717.

Internacional Eletrotechnical Comission, 2007. IEC 60645-3 – Eletroacoustic – audiometrics equipamentes: part 3 – tests signal for short duration.

John MS, Picton TW. Human auditory steady-state responses to amplitude-modulated tones: phase and latency measurements. Hear Res. 2000; 141 (1-2): 57-59

Johnson TA, Brown CJ. Threshold prediction using the auditory steady state response and the tone burst auditory brainstem response: a within subject comparison. Ear Hear. 2005; 46 (6): 559-576.

Joint committee on infant hearing. Year 2007 position statement: principles e guidelines for early hearing detection and intervention program. Pediatrics, 2007; 120 (4): 898-921.

Kandel E. Princípios da Neurociência. São Paulo: Manole, 2003. 1412p.

Karya S, Fukushima K, Kawasaki A, Kataoka Y, Nishisaki K. Auditory steady state responses to multiple simultaneous stimuli in children with functional or sensorineural hearing loss. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2008; 265 (7) 769-773.

Killion MC. The SIN report: circuits haven't solved the hearing in noise problem. Hear J. 1997; 50 (10): 28-32

Lins OG, Picton TW. Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1995, 96 (5): 420-432.

Lins OG, Picton PE, Picton TW. Auditory steady state responses to tones amplitude-modulated at 80-110 Hz. J Acoust Soc Am, 1995, 97 (5): 3051-3063.

Lins et al.. Frequency-specific audiometry using steady state responses. Ear Hear. 1996; 1796 (2): 81-95.

Lins O G. Audiometria fisiológica tonal utilizando respostas de estado estável auditivas do tronco cerebral. 2002. 112f. Tese (Doutorado em Medicina) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

- Luts H, Wouters. Hearing assessment by recording multiple auditory steady state responses: the influence of test duration. 2004; *Int J Audiology*, 43 (8): 471-478.
- Luts H, Wouters J. Comparison of MASTER and AUDERA for measurement of auditory steady state responses. *Int J Audiol*. 2005; 44 (4): 244-253.
- Marcoux A, Hansen M. Ensuring accuracy of the pediatric hearing aid fitting. *Trends Ampl*. 2003; 7 (1): 11-27.
- Marriage J, Moore BC, Alcántara JI. Comparison of three procedures for initial fitting of compression. III. Inexperience versus experience users. *Int J Audiol*. 2004; 43 (4): 198-210.
- Menegotto IH, Couto CM. Tópicos de acústica e psicoacústica relevantes em audiologia. In: Frota S. Fundamentos em fonoaudiologia: audiologia, Rio de Janeiro: Ganabara-Koogan. 1998.p.19-39.
- Munro KJ, Davis J. Deriving the real ear SPL of audiometric data using the coupler to dial difference and the real ear to coupler difference. *Ear Hear*. 2003; 24: 100-110.
- Northern J, Downs M. *Audição em crianças*, Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 2005; 359p.
- Pascoe DP. Clinical measurement of the auditory dynamic range and their relation to formulas for hearing aid gain. In: Jensen JH (ed). *Hearing aid fitting: theoretical and practical views*. 1988, p. 129-151.
- Picton TW, Dimitrijevic A, Perez-Abalo MC, Roon PV. Estimating audiometric thresholds using auditory steady state responses. 2005; *J Am Acad Audiol*, 16 (3): 140-146.
- Picton TW. Possible roles for the auditory steady state response in fitting hearing aids In: Seewald RC (ed) *A sound foundation through early amplification: proceedings of an international conference*; 2006. p: 63-73.
- Preminger JE, Tasell DJV. Quantifying the relation between speech quality and speech intelligibility. *J Speech Hear Res*. 1995; 38: 714-725.
- Roush P. Hearing aid fitting in infants: practical considerations and challenges. In: Seewald RC (ed) *A sound foundation through early amplification: proceedings of an international conference*; 2004. p: 105-113.
- Rudmin FW. Brief clinical report on visual reinforcement audiometry with deaf infants. *J Otolaryngol*. 1984; 13 (6): 367-369.
- Seewald RC. The desired sensation level (DSL) for hearing aid fitting in infants and children, 1995. *Phonak Focus* (supl).18p.
- Seewald RC, Cornelisse LE, Ramji KV. *DSL v 4.1 for windows*. A software implementation of the desired sensation level (DSL i/o) method for fitting linear gain and wide range dynamic compression hearing instruments. User's manual. 1997

- Seewald RC, Ross M, Spiro MK. Selecting amplification characteristics for young hearing impaired children, 1985. *Ear Hear*, 6: 48-53
- Seewald RC, Moodie S, Scolie S, Bagatto MP. The DSL method for pediatric hearing instruments fitting: historical perspective and current issues. *Trend Ampl*. 2005, 9 (4): 145-157
- Scolie S et al.. The desired sensation level multistage input/output algorithm. *Trends Ampl*. 2005; 9 (4): 159-197.
- Scolie S. Children's speech recognition scores: the speech intelligibility index and proficiency factors for age and hearing level. *Ear Hear*. 2008; 29 (4): 543-556.
- Staab WJ, Lybarger S F. Characteristics and use of hearing aids. In: Katz J (ed). *Handbook of clinical audiology*, Baltimore: Williams & Wilks; 1994. p. 657-722
- Stapells D R, et al. Human auditory steady state potentials. *Ear Hear*, 1984, 5 (2): 105-113.
- Stapells D. Frequency- Specific evoked potential audiometry in infants In: Seewald RC (ed) *A sound foundation through early amplification: proceedings of an international conference*; 2001.
- Stelmachowicz PG, Hoover BM, Lewis DE, Kortekass RW, Pittman AL. The relation between stimulus context, speech audibility, and perception for normal-hearing and hearing-impaired children. *J Speech Lang Hear Res*. 2000; 43(4):902-14.
- Stelmachowicz PG, Lewis DE, Choi S, Hoover BM. The effect of stimulus bandwidth on auditory skills in normal-hearing and hearing-impaired children. *Ear Hear*. 2007; 28(4): 483-494.
- Stroebl D, Swanepoel D, Groenewald E. Aided auditory steady state response in infants. *Int J Audiol*. 2007; 46 (6): 287-292.
- Swanepoel D, Hugo R, Roode R. Auditory steady state responses for children with severe to profound hearing loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004, 30: 531-535.
- Swanepoel D, Steyn K. Short report: establishing normal hearing for infants with the auditory steady state response. *S Afr J Commun Disord*. 2005; 52: 36-39
- Swanepoel D, Erasmus H, Auditory steady state response for estimating moderate hearing loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007; 264 (7): 755-759.
- Talbott CB. A longitudinal study comparing responses of hearing-impaired infants to pure tones using visual reinforcement and play audiometry. *Ear Hear*. 1987; 8 (3): 175-179
- Wilber LA. *Audiometria Tonal Limiar: via aérea e via óssea* In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*, São Paulo: Manole, 2001. p.1-18.

-
- World health organization. Prevention of blindness and deafness: grades of hearing impairment. 1997. Disponível em http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/>.
- Yantis PA. Puretone air conduction threshold testing. In: Katz J (ed). Handbook of clinical audiology, Baltimore: Williams & Wilks; 1994. p. 97-108

Anexos

ANEXO A

Universidade de São Paulo

*Faculdade de Odontologia de Bauru*Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679**CARTA DE INFORMAÇÃO AO PACIENTE**

A identificação precoce das deficiências de audição tem como objetivo principal favorecer a intervenção precoce e minimizar os efeitos da perda auditiva no desenvolvimento global do indivíduo. A adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) é uma etapa importante neste processo. Para que o AASI desempenhe sua função de maneira ideal, é necessário que o profissional realize ajustes precisos de acordo com necessidades de cada indivíduo. Este ajuste é dependente da avaliação audiológica e da maneira como as informações dos exames são utilizadas. Em bebês e crianças pequenas a avaliação da audição é mais difícil. Avaliações objetivas, que não precisam da resposta do indivíduo, são utilizadas para avaliar esta população. A Resposta Auditiva de Estado Estável (RAEE) é um teste simples, não invasivo, não provoca dor ou desconforto e permite estimar o nível mínimo de audição do indivíduo. O objetivo deste estudo é utilizar as informações de nível mínimo de resposta da RAEE para realizar o ajuste do AASI e verificar a aplicabilidade deste recurso na adaptação do AASI em bebês, possibilitando assim, benefícios reais com a amplificação sonora. Para isso, serão realizados os seguintes procedimentos:

- programação do AASI com base nos resultados da RAEE
- programação do AASI com base nos resultados da avaliação convencional

Para a etapa de programação do AASI não é necessária a presença do indivíduo. Em seguida, serão realizadas avaliações de percepção de fala e julgamento da qualidade sonora. A avaliação da percepção de fala será realizada em uma cabine onde o indivíduo ficará posicionado em frente à caixa de som. Uma lista de palavras comuns da língua portuguesa será apresentada e o indivíduo será orientado a repetir a palavra ouvida. A avaliação do julgamento da qualidade sonora será realizada com um questionário, onde o indivíduo escolhe dentre as opções disponíveis a que julgar mais próxima de sua percepção. Toda avaliação é realizada em uma única sessão, com duração aproximada de 1 (uma) hora.

A participação neste estudo é voluntária e não apresenta qualquer risco à integridade física e mental e poderá ser retirada em qualquer etapa do estudo sem prejuízos ao tratamento com a Clínica de Fonoaudiologia.

Em caso de dúvidas e/ou reclamações, entrar em contato com o pesquisador responsável:

Fga Janaina Regina Bosso

Rua José Ferreira Marques 10-10 apto 32

Telefone: 38798604

Universidade de São Paulo

Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr. (a) _____, portador da cédula de identidade _____ responsável pelo menor _____ após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Bauru-SP, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Responsável

Assinatura do Pesquisador

ANEXO B

1. Valores de RECD obtidos no grupo A (n=10)

RECD														
Frequência (kHz)														
	0,25		0,5		1		2		3		4		6	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
A1	4	3	4	3	3	5	3	5	4	4	4	4	3	3
A2	1	0	1	2	1	2	5	1	5	2	4	2	5	3
A3	2	4	3	3	5	5	6	3	5	3	5	6	6	7
A4	2	1	2	1	2	3	4	5	4	5	4	2	3	7
A5	1	1	2	5	2	5	4	5	4	5	6	6	7	8
A6	0	2	0	2	1	7	4	6	4	7	3	6	2	3
A7	2	2	2	1	7	7	5	6	5	5	3	4	3	3
A8	2	2	3	2	4	3	4	6	6	6	4	5	3	6
A9	4	0	3	0	3	3	2	3	2	4	4	4	3	5
A10	3	4	2	4	2	5	2	5	3	5	3	5	4	7

Legenda: OD: Orelha Direita OE: Orelha Esquerda

2. Valores de RECD obtidos no grupo B (n=18)

RECD														
Frequência (kHz)														
	0,25		0,5		1		2		3		4		6	
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
B1	7	7	7	7	8	7	9	9	8	9	10	11	11	10
B2	3	5	5	5	5	5	8	7	11	9	11	12	11	12
B3	4	6	4	6	6	8	7	8	5	12	12	12	12	11
B4	4	5	4	5	6	7	7	9	7	9	9	12	11	12
B5	7	7	9	8	9	12	12	12	12	11	11	11	10	9
B6	6	7	7	8	9	8	11	11	13	11	12	10	12	12
B7	1	2	2	2	4	3	6	5	5	5	7	7	7	7
B8	2	3	3	3	5	4	5	3	6	2	7	5	7	6
B9	5	5	5	5	7	6	7	7	7	7	6	6	8	7
B10	3	3	2	2	5	3	5	4	6	4	7	5	7	6
B11	5	4	5	4	4	5	4	6	7	7	7	7	8	8
B12	1	2	2	2	4	3	4	3	3	5	5	4	8	7
B13	1	2	1	2	2	3	2	1	5	4	6	5	6	6
B14	7	6	7	6	8	7	8	8	7	8	9	7	9	9
B15	4	4	5	5	5	7	7	7	7	8	7	9	8	9
B16	4	5	4	5	4	6	5	7	5	7	7	7	7	8
B17	5	5	5	4	6	4	7	5	8	6	7	7	7	7
B18	3	3	3	2	4	2	2	2	2	3	3	5	5	6

Legenda: OD: Orelha Direita OE: Orelha Esquerda

ANEXO C

Especificações técnicas do AASI Eleva 211/311 (Phonak)

Technical Data

Eleva® 211 dAZ

Small, mild/moderate gain BTE with battery class 13 and adaptive digital AudioZoom

Ear simulator data

EN / IEC 60118 and IEC 60211

Output sound pressure level
(Input 90 dB SPL)

Maximum 1000 Hz
111 dB SPL 113 dB SPL

Frequency response

— Max. gain
(Input 90 dB SPL)

Acoustic gain
(Input 50 dB SPL)

Maximum 1000 Hz RTD (F0.0-7 dB)
50 dB 57 dB 53 dB

Frequency response

— Max. gain
(Input 50 dB SPL)
— Reference test gain
(Input 90 dB SPL)

Frequency range (dB crest) <100-7000 Hz

Total harmonic distortion 500 Hz 800 Hz 1000 Hz
1% 1% 1%

Battery current Quiescent 1.0 mA Working 1.1 mA

Equivalent input noise level 19 dB SPL

Unless otherwise specified, all data obtained are measured with the hook type HE7 490 and in the dSC mode.

Measurements were taken in October 2005 and are subject to change without notice.

Induction coil sensitivity
(Input 1 mA/m)

Maximum 1000 Hz
60 dB SPL 60 dB SPL

Frequency response

— Reference test gain
(Input 21.5 mA/m)

Dynamic data

Compression Attack time Recovery time
1 ms 10 ms

PHONAK
hearing systems

Technical Data

Eleva[®] 311 dAZ

Compact High Gain BTE with battery size 13 and adaptive digital AudioZoom

Warning to dispenser:

This hearing instrument has an output sound pressure level that can exceed 132 dB SPL. Special care should be taken when fitting this instrument as there is a risk of impairing the residual hearing of the user.

Unless otherwise specified, all data obtained are measured with the hook type HE7 600 and in the dSC mode.

Measurements were taken in October 2008 and are subject to change without notice.

Ear simulator data

EN / IEC 60118 and IEC 60711

Output sound pressure level
(Input 90 dB SPL)

Maximum	1800 Hz
130 dB SPL	133 dB SPL

Frequency response

— Max. gain
(Input 90 dB SPL)

Acoustic gain
(Input 90 dB SPL)

Maximum	1800 Hz	810
88 dB	94 dB	97 dB

Frequency response

— Max. gain
(Input 90 dB SPL)
— Reference test gain
(Input 90 dB SPL)

Frequency range (SIN4500) <100 – 8000 Hz

Total harmonic distortion	500 Hz	800 Hz	1800 Hz
	3%	3%	1%

Battery current	Quiescent	Working
	1.0 mA	1.1 mA

Equivalent input noise level 10 dB SPL

Induction coil sensitivity
(Input 1 mA/m)

Maximum	1800 Hz
90 dB SPL	94 dB SPL

Frequency response

— Reference test gain
(Input 31.6 mA/m)

Dynamic data

Compression	Attack time	Recovery time
	1 ms	10 ms

ANEXO D

Distribuição das Memórias/ Programações (Aleatorização)

Grupo B	Grupo A	Memória 1	Memória 2	Memória 3
B1 B2	A1	A	B	C
B3 B4	A2	A	C	B
B5 B6	A3	C	B	A
B7 B8	A4	C	A	B
B9 B10	A5	B	A	C
B11 B12	A6	B	C	A
B13 B14	A7	A	B	C
B15 B16	A8	A	C	B
B17 B18	A9	C	B	A
	A10	C	A	B

Onde,

A = Programação Tonal Completa

B = Programação Tonal

C = Programação Eletrofisiológica

A aleatorização foi realizada de maneira que, cada situação teste ocorra na mesma proporção para cada memória, evitando erros inerentes à esta condição no teste.

ANEXO E

Lista de Sentenças do Português Brasileiro (COSTA, 1998)

Lista 1B

O avião já está atrasado
O preço da roupa não subiu
O jantar de sua mãe estava bom
Esqueci de ir ao banco
Ganhei um carro azul lindo
Ela não está com muita pressa
Avisei seu filho agora
Tem que esperar na fila
Elas foram almoçar mais tarde
Não pude chegar na hora

Lista 2B

Acabei de passar um cafezinho
A bolsa está dentro do carro
Hoje não é meu dia de folga
Encontrei seu irmão na rua
Elas viajaram de avião
Seu trabalho estará pronto amanhã
Ainda não está na hora
Parece que agora vai chover
Esqueci de comprar os pães
Ouvi uma música linda

Lista 3B

Ela acabou de bater o carro
É perigoso andar nessa rua
Não posso dizer nada
A chuva foi muito forte
Os preços subiram na segunda
Esqueci de levar a bolsa
Os pães estavam quentes
Elas já alugaram a casa na praia
Meu irmão viajou de manhã
Não encontrei meu filho

Lista 4B

Sua mãe pôs o carro na garagem
O aluno quer assistir o filme
Ainda não pensei no que fazer
Essa estrada é perigosa
Não paguei a conta no bar
Meu filho está ouvindo música
A chuva inundou a rua
Amanhã não posso almoçar
Ela viaja em dezembro
Você teve muita sorte

ANEXO F

Aleatorização das listas 1B, 2B, 3B e 4B

Grupo B	Grupo A	Memória 1	Memória 2	Memória 3
B1 B2	A1	1B	2B	3B
B3 B4	A2	4B	1B	2B
B5 B6	A3	2B	3B	4B
B7 B8	A4	3B	4B	1B
B9 B10	A5	1B	3B	4B
B11 B12	A6	2B	4B	3B
B13 B14	A7	4B	2B	1B
B15 B16	A8	3B	1B	2B
B17 B18	A9	4B	2B	1B
	A10	1B	3B	2B

ANEXO G

Valores de correção utilizados para a Lista de Sentenças do Português Brasileiro (COSTA, 1998).

Fala		
dB NA	dB A	Correção
50	49.2	0
55	34.4	0
60	58.8	0
65	64.2	0
70	68.9	0

ANEXO H

Escala de Julgamento da Qualidade Sonora
(adaptada de Gabrielson, Lindstron, 1985, Fabry, Schum, 1999)

Instruções

Nitidez
Conforto
Sensação da Intensidade
Impressão Geral

1) Com relação à nitidez/ clareza: **2) Com relação ao Conforto:**

3) Com relação a sensação da intensidade: **Impressão Geral**

ANEXO I

1. Valores absolutos de REAR P nas três programações propostas, no grupo A (n=10)

PROTC																					
Frequência (kHz)																					
Indivíduo	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
A1	91	97	109	89	96	110	93	100	114	104	111	118	103	111	123	100	108	117	102	108	115
A2	70	79	96	77	86	102	65	77	97	73	85	100	73	86	99	74	86	96	67	79	95
A3	53	67	90	69	79	96	85	93	107	97	105	118	114	120	127	112	117	124	114	118	122
A4	70	79	96	69	79	97	73	83	99	85	96	108	84	95	107	82	93	103	87	95	108
A5	70	79	96	69	79	97	85	93	107	93	102	117	103	111	123	100	108	119	102	108	118
A6	75	83	97	73	82	98	84	93	102	96	105	112	106	113	118	104	112	116	105	110	118
A7	63	73	92	61	72	93	65	76	91	81	92	105	87	98	109	101	108	116	113	117	122
A8	96	102	111	93	100	111	96	103	113	111	117	121	113	119	122	112	118	121	113	117	119
A9	95	101	113	94	100	113	98	104	114	104	112	120	122	126	129	125	128	129	123	125	124
A10	67	76	91	89	79	94	68	79	97	89	99	112	99	107	116	93	102	112	89	97	109

ProT												
Frequência (kHz)												
0,5				1			2			4		
Indivíduo	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
A1	77	86	102	65	77	97	73	85	100	74	86	77
A2	69	79	96	85	93	107	97	105	118	112	117	69
A3	69	79	97	73	83	99	85	96	108	82	93	69
A4	69	79	97	85	93	107	93	102	117	100	108	69
A5	73	82	98	84	93	102	96	105	112	104	112	73
A6	61	72	93	65	76	91	81	92	105	101	108	61
A7	93	100	111	96	103	113	111	117	121	112	118	93
A8	94	100	113	98	104	114	104	112	120	125	128	94
A9	69	79	95	68	79	95	111	117	124	115	121	69
A10	89	96	110	93	100	114	104	111	118	100	108	117

ProE												
Frequência (kHz)												
0,5				1			2			4		
Indivíduo	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
A1	98	104	115	97	104	117	100	108	116	100	116	117
A2	77	86	102	76	86	103	70	83	102	75	88	100
A3	102	107	116	100	107	117	119	123	130	123	126	130
A4	81	89	104	76	86	101	89	99	110	90	99	107
A5	85	93	107	100	107	117	108	114	125	112	118	125
A6	85	93	106	92	100	107	111	117	121	112	118	120
A7	81	89	104	88	96	104	89	99	109	101	108	116
A8	110	115	121	108	113	120	119	123	125	126	129	128
A9	98	104	115	100	107	116	108	114	122	119	123	126
A10	73	82	96	80	89	103	111	117	124	101	124	116

ANEXO J

1. Valores absolutos de REAR P nas três programações propostas, no grupo B (n=18)

PROTC																					
Frequência (kHz)																					
Indivíduo	0,25			0,5			1			2			3			4			6		
	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
B1	83	90	97	81	97	98	100	108	104	95	104	112	90	100	110	87	95	104	104	95	100
B2	83	93	101	85	93	103	89	99	103	91	101	107	86	96	105	81	90	101	101	90	97
B3	79	93	98	85	79	104	96	105	94	99	107	112	97	105	115	101	107	106	106	107	107
B4	75	86	94	77	83	98	89	99	95	87	98	106	90	99	106	93	100	102	102	100	102
B5	83	93	97	85	86	99	96	105	95	95	104	107	93	102	106	93	100	105	105	100	104
B6	63	82	87	73	89	92	96	105	98	95	104	108	97	105	107	93	100	108	108	100	102
B7	81	95	102	87	93	107	102	109	105	104	112	116	99	107	118	103	109	112	112	109	113
B8	74	81	96	72	89	97	103	110	102	98	107	120	108	115	118	106	111	119	119	111	115
B9	80	90	97	82	88	100	91	100	98	87	97	109	87	97	106	92	99	106	106	99	106
B10	74	81	96	71	107	97	108	115	114	108	115	121	110	116	120	111	115	118	118	115	117
B11	102	111	112	107	110	116	89	99	117	98	107	111	99	107	113	96	103	113	113	103	108
B12	103	109	114	104	110	115	108	114	117	113	119	121	119	123	120	119	122	120	120	122	118
B13	98	105	114	99	109	115	102	110	118	104	112	120	102	109	118	94	101	114	114	101	109
B14	65	80	87	70	98	93	103	110	106	99	107	115	91	101	112	89	97	108	108	97	103
B15	92	104	106	98	104	111	110	116	112	109	116	119	103	110	119	112	117	113	113	117	115
B16	89	96	106	89	96	106	105	112	107	103	111	118	91	101	115	91	101	108	108	101	108
B17	84	90	100	82	87	100	102	110	99	102	110	115	84	94	114	83	92	103	103	92	102
B18	82	91	103	83	95	104	99	107	108	99	108	118	101	108	118	100	110	115	115	110	115

ProT												
Frequência (kHz)												
	0,5			1			2			4		
Indivíduo	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
B1	81	97	98	100	108	104	95	104	112	87	95	104
B2	85	93	103	89	99	103	91	101	107	81	90	101
B3	85	79	104	96	105	94	99	107	112	101	107	106
B4	77	83	98	89	99	95	87	98	106	93	100	102
B5	85	86	99	96	105	95	95	104	107	93	100	105
B6	73	89	92	96	105	98	95	104	108	93	100	108
B7	87	93	107	102	109	105	104	112	116	103	109	112
B8	72	89	97	103	110	102	98	107	120	106	111	119
B9	82	88	100	91	100	98	87	97	109	92	99	106
B10	71	107	97	108	115	114	108	115	121	111	115	118
B11	107	110	116	89	99	117	98	107	111	96	103	113
B12	104	110	115	108	114	117	113	119	121	119	122	120
B13	99	109	115	102	110	118	104	112	120	94	101	114
B14	70	98	93	103	110	106	99	107	115	89	97	108
B15	98	104	111	110	116	112	109	116	119	112	117	113
B16	89	96	106	105	112	107	103	111	118	91	101	108
B17	82	87	100	102	110	99	102	110	115	83	92	103
B18	83	95	104	99	107	108	99	108	118	100	110	115

ProE												
Frequência (kHz)												
	0,5			1			2			4		
Indivíduo	50	65	90	50	65	90	50	65	90	50	65	90
B1	94	100	106	93	101	106	100	108	112	94	103	105
B2	85	93	103	80	89	101	89	99	107	93	102	105
B3	91	91	98	90	90	98	99	99	107	100	100	108
B4	89	96	105	88	96	104	100	108	112	102	102	104
B5	98	104	106	88	96	102	100	108	109	104	112	110
B6	81	89	97	96	103	110	100	108	113	97	102	107
B7	92	98	110	104	110	117	109	115	120	113	119	120
B8	92	89	107	100	103	114	107	108	122	104	105	117
B9	94	101	108	107	112	115	117	122	123	127	130	128
B10	83	91	104	109	114	119	123	127	127	120	125	124
B11	118	121	121	109	114	119	109	115	120	106	113	116
B12	108	113	120	108	113	119	115	120	125	130	132	130
B13	112	116	106	111	115	122	114	119	126	98	106	112
B14	87	99	103	95	107	108	107	114	117	118	112	116
B15	111	115	98	109	114	119	117	122	123	95	122	121
B16	90	97	105	90	98	106	106	113	117	100	104	110
B17	87	95	106	98	105	116	107	114	122	113	108	116
B18	97	97	97	96	96	112	95	108	121	90	113	121

ANEXO L

Indivíduos do grupo B que participaram (SIM) ou não (NÃO) da avaliação completa da percepção da fala

Indivíduo	Idade	Avaliação da Percepção da Fala
B1	10	SIM
B2	13	SIM
B3	12	SIM
B4	13	SIM
B5	7	NÃO
B6	11	SIM
B7	17	SIM
B8	12	SIM
B9	7	NÃO
B10	13	NÃO
B11	9	SIM
B12	12	SIM
B13	16	SIM
B14	5	NÃO
B15	5	NÃO
B16	8	NÃO
B17	8	NÃO
B18	9	SIM