

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Renata de Souza Lima Figueiredo

**Processos de verificação e validação da amplificação em crianças com
deficiência auditiva: Índice de Inteligibilidade de Fala - SII – e
comportamento auditivo**

DOUTORADO EM FONOAUDIOLOGIA

SÃO PAULO

2013

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC-SP

Renata de Souza Lima Figueiredo

**Processos de verificação e validação da amplificação em crianças com
deficiência auditiva: Índice de Inteligibilidade de Fala - SII – e
comportamento auditivo**

DOUTORADO EM FONOAUDIOLOGIA

Tese apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do Título de Doutor em Fonoaudiologia, sob orientação da Professora Doutora Beatriz Cavalcanti de Albuquerque Caiuby Novaes.

SÃO PAULO

2013

Figueiredo, RSL

Processos de verificação e validação da amplificação em crianças com deficiência auditiva: Índice de Inteligibilidade de Fala - SII – e comportamento auditivo. / Renata de Souza Lima Figueiredo. - São Paulo, 2013. 221f.

Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia. Área de concentração: Clínica Fonoaudiológica. Linha de Pesquisa: Audição na Criança. Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Beatriz Cavalcanti de Albuquerque Caiuby Novaes.

Amplification verification and validation processes in hearing impaired infants: Speech Intelligibility Index (SII) and auditory behavior

1. Inteligibilidade da fala. 2 Auxiliares de audição. 3. Perda auditiva. 4. Criança. 5. Reabilitação de deficientes auditivos.

1. Speech intelligibility. 2. Hearing aids. 3. Hearing loss. 4. Child. 5. Rehabilitation of hearing impaired.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução parcial ou total desta tese, através de fotocópias ou meios eletrônicos.

Renata de Souza Lima Figueiredo
São Paulo, fevereiro de 2013

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia

Coordenadora do Curso de Pós-Graduação

Profa. Dra. Léslie Piccolotto Ferreira

Vice-coordenadora do Curso de Pós-Graduação

Profa. Dra. Doris Ruthi Lewis

Renata de Souza Lima Figueiredo

Processos de verificação e validação da amplificação em crianças com deficiência auditiva: índice de inteligibilidade de fala - SII – e comportamento auditivo

Presidente da banca:

Profª Drª. Beatriz Cavalcanti de Albuquerque Caiuby Novaes.

BANCA EXAMINADORA:

Profª Drª . Katia de Almeida

Profª Drª. Maria Cecília Martinelli Iorio

Profª Drª. Luisa Barzaghi Ficker

Profª Drª Maria Angelina N. de Souza Martinez

Aprovada em: ___/___/___

"De tudo ficaram três coisas:
a certeza de que estamos começando,
a certeza de que é preciso continuar,
a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar.
Façamos da interrupção um caminho novo,
da queda, um passo de dança,
do medo, uma escada,
do sonho, uma ponte,
da procura, um encontro!"

(Fernando Sabino – O Encontro Marcado)

À todos os Fonoaudiólogos comprometidos com o desafio e o encanto da intervenção fonoaudiológica em crianças com deficiência de audição.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora Prof^a Dr^a Beatriz Cavalcanti de Albuquerque Caiuby Novaes.

Minha gratidão e admiração transcendem a elaboração desta tese e dos 4 anos de doutorado. São 11 anos de convívio, de trabalho, essenciais para minha formação. Alguns momentos difíceis e Muitas Alegrias. Eu sempre tive a Bia por perto. Seu brilhantismo, capacidade em ensinar, pesquisar, em fazer idéias fluírem são admiráveis. Eu agradeço a confiança, todo carinho, acolhimento e a oportunidade de ter sido, mais uma vez, sua orientanda.

À minha amiga irmã Flávia de Souza Lima Figueiredo.

Minha Melhor Amiga. Uma Grande Mulher. Agradeço por compreender o quanto tudo isso é importante para mim. Agradeço por emprestar sua força quando eu não encontrava a minha. Agradeço seu equilíbrio, sua sabedoria e ajuda sempre. Agradeço pelo cuidado de mãe. Agradeço, todos os dias, por ter você na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Katia de Almeida pela competência e atenção como banca examinadora deste estudo.

À Professora Doutora Luisa Barzaghi Ficker, pelos ensinamentos fundamentais na minha formação, pela inspiração na elaboração de cada parte deste estudo, por tanto carinho ao longo desses anos.

À Professora Doutora Maria Angelina N. de Souza Martinez, por todas as contribuições oferecidas na elaboração deste trabalho, pelos ensinamentos e pela atenção e carinho constante.

À Professora Doutora Maria Cecilia Martinelli Iorio pela leitura cuidadosa, pela competência e valiosas contribuições desde a banca de qualificação.

À Professora Doutora Ana Claudia Martinho pela participação na primeira banca de qualificação com contribuições importantes para a continuidade da pesquisa.

À Professora Doutora Beatriz Mendes. Agradeço a disponibilidade sempre, a confiança, os ensinamentos, a ajuda nos primeiros passos desta tese, nos segundos, nos terceiros...., todas as oportunidades que me ofereceu, por tudo que aprendi quando trabalhamos juntas na Revista DIC. É um grande prazer trabalhar ao seu lado.

À Minha grande amiga e breve Doutora Carolina Versolatto-Cavanaugh. Não importa se chove ou se faz sol, sei que posso contar com você. Agradeço a amizade, cumplicidade e incentivo constante.

À Professora Doutora Lila Pupo por todo apoio e carinho sempre.

À Professora Doutora Clay Rienzo Balieiro pelos meus primeiros passos na clínica com crianças com deficiência de audição. Foi aí que me apaixonei!

À dupla, breve Doutora Mabel Gonçalves Almeida e Érika Biscaro Laperuta pela amizade e companhia. É uma delícia ter vocês por perto. Obrigada pelas conversas, pela ajuda e, principalmente pelos momentos descontraídos e muito importantes pra mim!

À Renata Padilha pelo incentivo e carinho sempre. À Bruna Marcondes pela disponibilidade em assumir meus atendimentos com tanto cuidado, muito obrigada por tudo!

Às fonoaudiólogas mestres e mestrandas da Linha Audição na Criança, Natália de Camargo, Paula Stella, Fabiane Leandro, Elaine Ogeda, pela ajuda na coleta de dados e nos atendimentos do CeAC.

Aos professores do Pós-graduação, principalmente, a Professora Doutora Léslie Piccolotto Ferreira, pela convivência nos trabalhos da Revista DIC, pela atenção e ensinamentos.

À a primeira turma de doutorado em Fonaudiologia da PUCSP: Ana Carolina de Assis Moura Ghirardi, Camila Miranda Loiola, Enio Lopes Mello, Fernanda Prada Machado, Gabriela Ribeiro Ivo Rodrigues, Isabela Freixo Cortes-Andrade, Marta Cecília Rabinovitsch Gertel, e Thelma Regina da Silva Costa, pelas experiências compartilhadas e pelo carinho de todos.

À “equipe” PROSUP, minhas colegas de doutorado: Beatriz Almeida e Camila Loiola.

À toda equipe CeAC e DERDIC, principalmente a Marilei e o Eduardo pela disponibilidade em ajudar e pelo carinho com os pacientes.

À Virgínia, por cuidar de todos e de tudo no PEPG em Fonaudiologia.

À Ana Marina Fazoli, pela cuidadosa revisão do português.

À Carmem S. de André, pela atenção e pelo trabalho estatístico.

À CAPES pela bolsa de estudos e por todo auxílio financeiro concedido.

Ao meu pai pelo amor.

Ao meu cunhado René, meu assessor para assuntos aleatórios e tantos outros importantes. Muito obrigada pela ajuda, pela força e pela companhia.

À Doll por estar sempre ao meu lado 🐾!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASI	<i>Aparelho de amplificação sonora individual</i>
AI	<i>Articulation Index</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
dB	Decibel
dB NA	Decibel Nível de Audição
dB NPS	Decibel Nível de Pressão Sonora
DSL	<i>Desired Sensation Level</i>
DSL _m [i/o]	<i>Desired Sensation Level multistage [input/output]</i>
FM	Frequência modulada
Hz	Hertz
MAE	Meato acústico externo
NA	Nível de audição
NAL	<i>National Acoustic Laboratories</i>
NAL - NL	<i>National Acoustic Laboratories Non-linear procedures</i>
NCA	<i>National Center for Audiology</i>
NPS	Nível de pressão sonora
PEATE-FE	Potencial evocado auditivo de tronco encefálico – frequência específica
RECD	<i>Real ear coupler difference</i>
SII	<i>Speech Intelligibility Index</i>
SII 75	<i>Speech Intelligibility Index</i> –sinal de entrada de 75dB NPS
SII 65	<i>Speech Intelligibility Index</i> –sinal de entrada de 65dB NPS
SII 55	<i>Speech Intelligibility Index</i> –sinal de entrada de 55dB NPS
TAN	Triagem Auditiva Neonatal
WDRC	<i>Wide Dynamic Range Compression</i>
2cc	Dois centímetros cúbicos

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido _____	163
Anexo 2	Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP _____	164
Anexo 3	Avaliação sistemática do comportamento auditivo _____	165
Anexo 4	Questionário auditivo LittlEARS _____	171
Anexo 5	Critério de Classificação Econômica Brasil _____	173
Anexo 6	Critério de Classificação da perda auditiva – WHO(2007) _____	174
Anexo 7	Classificação da perda auditiva de acordo com a configuração audiométrica - Silman e Silverman (1997) _____	175
Anexo 8	Estatísticas descritivas para o limiar auditivo nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por grupo formado na análise de agrupamentos _____	176
Anexo 9	Comparação dos valores SII amplificado pela regra DSL $m[i/o]v5$ com AASI com algoritmo de compressão de frequência ativado e desativado dos casos estudados _____	177
Anexo 10	Curvas de resposta dos AASI da melhor orelha, com e sem compressão de frequências, dos oito casos estudados _____	179

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuições de frequências e porcentagens do grau da perda auditiva em cada grupo (n=78) _____	38
Tabela 2 - Matriz de classificação obtida na análise discriminante com os limiares auditivos nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (n=78) _____	39
Tabela 3 - Resumo dos resultados obtidos no ajuste do modelo de regressão com SII 65 como variável resposta e os limiares nas diferentes frequências como variáveis explicativas _____	41
Tabela 4 – Estatística descritiva para os valores de SII 65 por grupo formado na análise de agrupamentos (n=78) _____	43
Tabela 5 – Estatísticas descritiva para os valores de SII 65 por grau da perda auditiva , segundo WHO (2007) (n=78) _____	43
Tabela 6 – Intervalos determinados para valores de SII 65 _____	46
Tabela 7 – Distribuições de frequências e porcentagens dos intervalos de SII 65 (Int _{SII}) categorizados em cada grupo (n=78) _____	47
Tabela 8 – Distribuições de frequências e porcentagens dos intervalos de SII 65 (Int _{SII}) categorizados em grau de perda auditiva (n=78) _____	47
Tabela 9 - Estatísticas descritivas para a diferença entre SII 75 e SII 65 (SII 75 – SII 65) nos cinco grupos (n=78) _____	68
Tabela 10 - Resultados obtidos na comparação das médias da diferença entre SII 75 e SII 65 nos cinco grupos, duas a duas, pelo método de Tukey _____	69
Tabela 11 - Médias da diferença entre SII 75 e SII 65 (SII 75 – SII 65) nos grupos formados após a análise de variância e intervalos de confiança de 95% _____	69
Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson da diferença entre SII 65 e SII 75 e os limiares auditivos em 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (n=78) _____	70
Tabela 13 - Estatísticas descritivas para a diferença entre SII 55 e SII 65 (SII 65 – SII 55) nos cinco grupos (n=78) _____	71
Tabela 14 - Resultados obtidos na comparação das médias da diferença entre SII 65 e SII 55 nos cinco grupos, duas a duas, pelo método de Tukey _____	72
Tabela 15 - Médias da diferença entre SII 55 e SII 65 (SII 65 – SII 55) nos grupos formados após a análise de variância e intervalos de confiança de 95% _____	72
Tabela 16 - Coeficientes de correlação de Pearson da diferença SII 65 – SII 55 e os limiares auditivos em 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (n=78) _____	73

Tabela 17 - Estatísticas descritivas dos valores de SII não amplificado para o Gr5 (n=14) _____	74
Tabela 18 - Porcentagens de orelhas com valores absoluto da diferença maior que três por grupo e frequência para intensidade de 65dB NPS (n=78) _____	92
Tabela 19 - Porcentagens de orelhas com valores absoluto da diferença maior que três por grupo e frequência para intensidade de 55 dB NPS (n=78) _____	94
Tabela 20 - Resumo dos resultados obtidos no ajuste do modelo de regressão com SII 55 como variável resposta e a média dos limiares nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz como variável explicativa ____	96
Tabela 21 - Resumo dos resultados obtidos no ajuste do modelo de regressão com SII 65 como variável resposta e a média dos limiares nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz como variável explicativa __	97
Tabela 22 - Idades no diagnóstico, na seleção dos AASI, cronológica e auditiva na época da avaliação do comportamento auditivo dos oito casos estudados _____	109
Tabela 23 - Características audiológicas dos casos estudados _____	109
Tabela 24 - Nível de escolaridade dos pais e Classificação socioeconômica segundo IBGE dos oito casos estudados _____	111
Tabela 25 – Classificação por grupo com valores de SII sem e com amplificação (55, 65 e 75dB NPS) dos oito casos estudados _____	123
Tabela 26 – Uso dos AASI em média de horas por dia e idades em meses nos períodos do processo de seleção e adaptação de AASI (uso seleção AASI) e do último acompanhamento audiológico (uso acompanhamento) _____	126
Tabela 27 – Fatores complexos presentes nos casos estudados _____	130
Tabela 28 - Estatísticas descritivas para o limiar auditivo nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por grupo formado na análise de agrupamentos _____	176
Tabela 29 – Valores de SII amplificados sem e com a compressão de frequências ativado e s diferenças entre as duas situações de teste	178
Tabela 30 - Estatísticas descritivas para as diferenças dos valores de SII amplificado com e sem a compressão de frequência (n=7) _____	178

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da soma de quadrados em função do número de grupos formados na análise de agrupamentos _____	36
Figura 2 - Curvas individuais dos limiares auditivos (dB NA) em função da frequência (kHz) por grupos (Gr1, Gr2, Gr3, Gr4 e Gr5) _____	37
Figura 3 – Diagrama de Dispersão do SII 65 e o limiar nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz ($p < 0,001$) _____	40
Figura 4 - Diagrama de dispersão do SII 65 e a média dos limiares auditivos nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por grupo formado na análise de agrupamentos _____	42
Figura 5 – Curva ROC para SII 65 dos Gr4 e Gr5 _____	46
Figura 6 - Diagrama de dispersão dos valores de SII 75, SII 65 e SII55 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz e os intervalos estabelecidos a partir da análise do SII 65 _____	65
Figura 7 - Diagrama de dispersão do SII 65 e SII 75 com curvas ajustadas e reta $SII\ 75 = SII\ 65$ _____	67
Figura 8 – Diagrama de dispersão do SII 55 e SII 65 com curva ajustada e reta $SII\ 55 = SII\ 65$ _____	70
Figura 9 – Diagrama de dispersão do SII não amplificado e SII 65 ($n=78$) _____	74
Figura 10 - Diferenças entre o alvo desejável e o obtido na verificação dos AASI por frequência e por grupo para intensidade de 65dB NPS _____	91
Figura 11 – Diferenças entre o alvo desejável e o obtido na verificação dos AASI por frequência e por grupo para intensidade de 55dB NPS _____	93
Figura 12 – Diagramas de dispersão do SII 65 (superior) e SII 55 (inferior) e a média dos limiares auditivos nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz _____	95
Figura 13 – Curvas de referência de 95% para o SII 55 em função da média dos limiares nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz _____	96
Figura 14 – Curvas de referência de 95% para o SII 65 em função da média dos limiares na frequências 500, 1000 e 2000 Hz _____	97
Figura 15 - Audiograma (frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz) da melhor orelha dos oito casos estudados _____	110
Figura 16 – Curvas de referência para valores de SII 55 e SII 65 (Figueiredo e Novaes, 2013) _____	113
Figura 17 - Tempo médio necessário de sono noturno e diurno por dia _____	118
Figura 18 – Diagrama de dispersão do SII 65 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz e os Int_{SII} estabelecidos a partir dos oito casos estudados _____	124

- Figura 19 - Curvas de referência de 95% de intervalo de confiança para valores de SII 55 dB NPS (esquerda) e 65 dB NPS (direita) dos oito casos estudados _____ 126
- Figura 20 - Detecção para sons de Ling /m/, /u/ e /a/ dos oito casos estudados nas distâncias 0,5, 1 e 2 metros em relação aos valores de SII amplificado pré e pós treinamento _____ 133
- Figura 21 - Detecção para sons de Ling /i/, /j/ e /s/ dos oito casos estudados nas distâncias 0,5, 1 e 2 metros em relação aos valores de SII amplificado pré e pós treinamento _____ 135
- Figura 22 - Detecção para os estímulos onomatopeias (/au/, /mu/, /miau/ e /brum/) dos oito casos estudados nas distância de 0,5, 1 e 2 metros em relação aos valores de SII amplificado pré e pós treinamento _____ 138
- Figura 23 - Comportamento auditivo observado dos casos Eb e Fn ($Int_{SII \geq 56}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para os sons de Ling _____ 141
- Figura 24 - Comportamento auditivo observado dos casos Eb e Fn ($Int_{SII \geq 56}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para onomatomeias _____ 141
- Figura 25 - Comportamento auditivo dos casos Go, Ar, Pp e Ms ($Int_{SII 36-55}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para os sons de Ling _____ 145
- Figura 26 - Comportamento auditivo dos casos Go, Ar, Pp e Ms ($Int_{SII 36-55}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para onomatopeias _____ 146
- Figura 27 - Comportamento auditivo dos casos Bh e Mf ($Int_{SII \leq 35}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para os sons de Ling _____ 150
- Figura 28 - Comportamento auditivo dos casos Bh e Mf ($Int_{SII \leq 35}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ● - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para onomatopeias _____ 150
- Figura 29 – Pontuação no questionário auditivo LittEARS dos oito casos estudados em dois momentos _____ 152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questionários para avaliação do desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem disponíveis em português para crianças _____	16
Quadro 2 – Classificação das perdas auditivas por grupo e intervalos de SII 65 segundo Figueiredo e Novaes (2013) _____	60
Quadro 3 – Classificação das perdas auditivas por grupo segundo Figueiredo e Novaes (2013) _____	87
Quadro 4 – Classificação das perdas auditivas por grupo e intervalos de SII segundo Figueiredo e Novaes (2013) _____	112
Quadro 5 - Características acústicas do sons Ling (Ling, 2002 e 2006) _	114
Quadro 6 - Escala de tipos de comportamento auditivo observado como resposta ao estímulo de fala _____	115
Quadro 7 - Descrição dos brinquedos e brincadeiras para a atividade de familiarização dos estímulos _____	116

RESUMO

Processos de verificação e validação da amplificação em crianças com deficiência auditiva: índice de inteligibilidade de fala - SII - e comportamento auditivo

Objetivo: estabelecer a relação entre audibilidade para sons de fala e características audiológicas e de respostas comportamentais em bebês e crianças com até três anos de idade usuárias de aparelhos de amplificação sonora. **Métodos:** Para estudar a relação audibilidade e características audiológicas, foram selecionadas 41 crianças com idades entre 4 e 80 meses, totalizando 78 orelhas para análise. Foram considerados os limiares auditivos nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000Hz e analisados valores do índice de inteligibilidade de fala (SII) para os sinais de entrada 55, 65 e 75dB NPS, obtidos na verificação dos AASI no equipamento Verifit®Audioscan, totalizando 312 valores de SII. Para estudar a relação audibilidade e respostas comportamentais, foram selecionados 8 crianças com idades entre 11 e 28 meses. O comportamento auditivo foi observado por meio do instrumento de avaliação sistemática do comportamento auditivo para sons de fala (Os seis sons de Ling e 4 onomatopeias) antes e depois de atividade de familiarização dos estímulos em 3 diferentes distâncias entre o avaliador e o microfone do AASI. A intensidade dos estímulos foi controlada com decibelímetro. A qualidade das respostas foi analisada considerando variáveis de confusão quando identificada discrepância entre o comportamento esperado e observado em cada caso. **Resultados:** As perdas auditivas foram classificadas em cinco grupos homogêneos quanto as características audiológicas (grau e configuração audiométrica) e heterogêneos entre si. A partir dos grupos determinou-se 3 intervalos de valores de SII. O intervalo de valores SII entre 36 a 55% foi o mais afetado quando alterada a intensidade do sinal de entrada. Foram determinadas equações para classificação da perda auditiva conforme grupos e, equações para determinação de valores de SII ajustado. No estudo dos 8 casos, observou-se que as duas crianças com audibilidade expressa por valores de SII 65 piores que 20% não apresentaram respostas para distâncias maiores. Para todos os casos observou-se mudança na qualidade da resposta auditiva após a familiarização dos estímulos. Fatores complexos como otite média de repetição, inconsistência no uso da amplificação e progressão da perda auditiva estavam presentes em alguns dos casos estudados e parecem ter influenciado na qualidade do comportamento auditivo observado. **Conclusões:** O SII é uma medida objetiva que permite avaliar a adequação da amplificação para diferentes características de perdas auditivas e, determinar a capacidade auditiva. O SII tem relação mais forte com a relação dinâmica entre o grau e configuração audiométrica, quando comparada com sua relação com o grau da perda auditiva isoladamente. Para tanto uma nova classificação da perda auditiva por grupos foi determinada. Perdas auditivas classificadas no Gr4, com valores de SII no intervalos de 36 a 55% são as mais afetadas quando alterada a intensidade do sinal de entrada ou a distância entre o falante e microfone do AASI. O processo de validação da amplificação em crianças com a avaliação sistemática do comportamento auditivo com a familiarização dos estímulos de teste, mostrou que as crianças até três anos de idade precisam conhecer os estímulos para que respostas auditivas sejam possíveis de ser observadas, garantindo assim a fidedignidade dos resultados. Casos classificados com perdas auditivas no Gr4 apresentaram mudanças na qualidade das respostas auditivas observadas para as distâncias maiores. Fatores complexos afetam a qualidade das respostas auditivas observadas.

Palavras-chave: inteligibilidade da fala; auxiliares de audição; perda auditiva; criança; reabilitação de deficientes auditivos.

ABSTRACT

Amplification verification and validation processes in hearing impaired infants: speech intelligibility index (SII) and auditory behavior

Objective: to establish the relationship between audibility for speech sounds, audiological characteristics and auditory behavioral responses in infants and children under three years of age with sensorineural hearing loss. **Method:** 41 children aged between 4 and 80 months participated in the study. Seventy-eight ears were analyzed. Auditory thresholds at 250, 500, 1000, 2000 and 4000Hz were considered and values of speech intelligibility index (SII) for the input signals 55, 65 and 75dB SPL were obtained in the Verifit®Audioscan hearing aid analyzer. Three hundred and twelve SII values were obtained. To study the relationship between audibility and auditory behavioral responses, 8 children aged between 11 and 28 months were selected. Auditory response for speech stimulus was observed (the Ling six and four onomatopoeias), before and after the stimuli familiarization activity, controlled by a decibel meter at different distances between evaluator and hearing aid microphone. Other variables were considered for auditory response quality analysis, besides SII values, when identified discrepancy between the expected and the observed behavior in each case. **Results:** the hearing thresholds have been classified into five groups as homogeneous audiological characteristics (degree and audiometric configuration) and heterogeneous among themselves. Three ranges of SII values were determined from within the groups. The range of 36 to 55% was the most affected by input signal intensity changes. Equations for classification of hearing loss as groups and equations for determination of adjusted SII values were established. In the 8-case study, two children with audibility expressed by SII 65 values lower than 20% did not provide answers for longer distances. In all cases, changes were observed in quality of post-familiarization-activity auditory behavior response. Complex factors such as otitis media, inconsistency of hearing aid use and hearing loss progression were present in some cases and seem to have influenced the quality of auditory behavior observed. **Conclusions:** SII is an objective measure that allows for amplification adequacy assessment of different hearing loss characteristics, as well as determination of *hearing capacity*. SII has a stronger correlation with the dynamic relationship between the degree and configuration of hearing loss, when compared to the relationship with the degree of hearing loss alone. Therefore a new classification of hearing loss by groups was established. Hearing losses Gr4 with SII values between 36 to 55% are most affected when the input signal intensity or the distance between speaker and the hearing aid microphone changes. The process of amplification validation in infants with systematic auditory behavior evaluation through familiarization stimuli tests showed that children of up to three years need to be familiar with the stimuli in order to trigger observable auditory responses, thus ensuring results compatible with auditory capacity. Cases classified with hearing loss group Gr4 showed changes in auditory response quality at greater distances. Complex factors affect the quality of auditory behavior responses observed.

Keywords: speech intelligibility; hearing aids; hearing loss; child; rehabilitation of hearing impaired

APRESENTAÇÃO

Como o Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da PUC-SP sugere a apresentação de tese em forma de estudos, esta tese foi formatada compondo quatro estudos integrados sobre o processo de verificação e validação de amplificação sonora (AASI) em crianças, cada um deles contando com introdução, objetivo, métodos, resultados, discussão e conclusões.

O primeiro estudo, **Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL_[i/o] v5**, tem o objetivo de realizar uma análise comparativa entre valores de SII para a entrada de 65dB NPS gerado na verificação dos aparelhos de amplificação sonora, programados conforme regra prescritiva DSL_[i/o]v5, e uma proposta de classificação de indivíduos, baseada em limiares auditivos, que considera a dinâmica da relação entre grau e configuração de perdas auditivas.

O segundo estudo, **SII- Índice de inteligibilidade de fala em crianças com deficiência de audição: relação intensidade e distância**, tem o objetivo de analisar comparativamente os valores de SII amplificado para as diferentes entradas 75, 65 e 55dB NPS de sinal de fala, gerados no processo de verificação dos aparelhos de amplificação conforme regra prescritiva DSL_[i/o]v5, nos diferentes graus e configurações de perda auditiva sensorioneural. Os achados buscam, ainda, relacionar audibilidade e distância para orientar o processo de intervenção terapêutica e as tomadas de decisão clínico-terapêuticas, logo nos primeiros meses de uso da amplificação.

O terceiro estudo, **Valores de referência para o SII – Índice de inteligibilidade de fala – amplificado de acordo com a regra prescritiva DSL_[i/o]v5**, tem o objetivo de construir curvas de referência para valores de SII amplificado com sinal de fala nas intensidades de 55 e 65dB NPS, considerando as diferenças entre os alvos prescritos pela regra DSL_[i/o]v5 e as curvas de resposta, em função de frequências obtidas na verificação

dos AASI, como critério para uma amplificação adequada, observando as limitações da amplificação para os diferentes graus e configurações de perda auditiva.

O quarto estudo, **Processo de validação da amplificação em crianças com deficiência de audição: Índice de inteligibilidade de fala e comportamento auditivo**, tem o objetivo de contribuir para o processo de validação, estabelecendo relações entre tipos de respostas comportamentais auditivas esperadas, que demonstrem detecção de estímulos familiares e não familiares em diferentes situações de distância/audibilidade. Variáveis de confusão serão analisadas quando houver interferência no desempenho esperado de cada caso.

Além dos estudos, a tese traz introdução geral e fundamentação teórica para breve apresentação do tema e um capítulo de orientação metodológica, que cita os procedimentos utilizados e as questões éticas envolvidas na pesquisa.

No final, são apresentadas as conclusões .

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas	
Lista de anexos	
Lista de tabelas	
Lista de figuras	
Lista de quadros	
Resumo	
Abstract	
Apresentação	

1. INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	1
PROCESSO DE SELEÇÃO DE APARELHOS DE AMPLIFICAÇÃO SONORA	3
VERIFICAÇÃO DOS APARELHOS DE AMPLIFICAÇÃO SONORA	6
ÍNDICE DE INTELIGIBILIDADE DE FALA - SII	7
VALIDAÇÃO DOS APARELHOS DE AMPLIFICAÇÃO SONORA	13
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2.2.1 ESTUDO 1	18
2.2.2 ESTUDO 2	18
2.2.3 ESTUDO 3	19
2.2.4 ESTUDO 4	19
3. ORIENTAÇÃO METODOLÓGICA	20
3.1 LOCAL DA PESQUISA	20
3.2 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	20
3.3 SUJEITOS DA PESQUISA	21
3.4 MATERIAL	22
3.5 PROCEDIMENTOS	23
3.5.1 PROCESSO DE SELEÇÃO DE APARELHOS DE AMPLIFICAÇÃO SONORA	23
3.5.2 PROCESSO DE VALIDAÇÃO DOS APARELHOS DE AMPLIFICAÇÃO SONORA	26
3.6 ANÁLISE DE DADOS	27
4. ESTUDO 1	28
Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL_m[i/o]v5	
4.1 INTRODUÇÃO	28
4.2 MÉTODO	31
4.2.1 LOCAL DA PESQUISA E PRECEITOS ÉTICOS	31
4.2.2 SUJEITOS DA PESQUISA	32
4.2.3 MATERIAL	32
4.2.4 PROCEDIMENTOS	33
4.2.5 ANÁLISE DE DADOS	34
4.3 RESULTADOS	36

4.3.1 FORMAÇÃO DOS GRUPOS, ANÁLISE DO GRAU DA PERDA AUDITIVA POR GRUPO E ANÁLISE DISCRIMINANTE	36
4.3.2 RELAÇÕES ENTRE SII 65, LIMIARES AUDITIVOS NAS FREQUÊNCIAS ESTUDADAS E MÉDIAS DOS LIMIARES AUDITIVOS EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS POR GRUPOS GERADOS NA ANÁLISE AGRUPAMENTO	39
4.3.3 DETERMINAÇÃO DE INTERVALOS DE VALORES DE SII 65 PARA PROGNÓSTICO DE AUDIBILIDADE DE SONS DE FALA	45
4.4 DISCUSSÃO	48
4.5 CONCLUSÕES	51
4.6 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS	53
5. ESTUDO 2	54

SII - Índice de Inteligibilidade de Fala em crianças com deficiência de audição: relação intensidade e distância

5.1 INTRODUÇÃO	54
5.2 MÉTODO	59
5.2.1 LOCAL DA PESQUISA E PRECEITOS ÉTICOS	59
5.2.2 SUJEITOS DA PESQUISA	59
5.2.3 MATERIAL	60
5.2.4 PROCEDIMENTOS	61
5.2.5 ANÁLISE DE DADOS	62
5.3 RESULTADOS	63
5.3.1 EFEITOS DA DISTÂNCIA PARA O ÍNDICE DE INTELIGIBILIDADE DE FALA (SII)	63
5.3.2 ANÁLISE DOS VALORES DE SII NÃO AMPLIFICADOS POR GRUPO	74
5.4 DISCUSSÃO	75
5.5 CONCLUSÕES	83
6. ESTUDO 3	85

Valores de referência para o SII – Índice de Inteligibilidade de Fala – amplificado de acordo com a regra prescritiva DSL_m[i/o]v5

6.1 INTRODUÇÃO	85
6.2 MÉTODO	86
6.2.1 LOCAL DA PESQUISA E PRECEITOS ÉTICOS	86
6.2.2 SUJEITOS DA PESQUISA	87
6.2.3 MATERIAL	88
6.2.4 PROCEDIMENTOS	88
6.2.5 ANÁLISE DE DADOS	90
6.3 RESULTADOS	90
6.3.1 ANÁLISE DAS DIFERENÇAS ENTRE ALVO E A CURVA DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DE FREQUÊNCIAS OBTIDA NA PROGRAMAÇÃO DOS AASI	90
6.3.2 CONSTRUÇÃO DE CURVAS DE REFERÊNCIA PARA SII 55 E SII 65	94
6.4 DISCUSSÃO	98
6.5 CONCLUSÕES	101
7. ESTUDO 4	102

Processo de validação da amplificação em crianças com deficiência de audição: Índice de Inteligibilidade de Fala - SII - e comportamento auditivo

7.1 INTRODUÇÃO	102
7.2 MÉTODO	107
7.2.1 LOCAL DA PESQUISA E PRECEITOS ÉTICOS	107
7.2.2 SUJEITOS DA PESQUISA	107

7.2.3 MATERIAL	111
7.2.4 PROCEDIMENTOS	117
7.2.5 ANÁLISE DOS DADOS	122
7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	123
7.3.1 CARACTERÍSTICAS DA PERDA AUDITIVA E DA AMPLIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA DO USO DOS AASI E FATORES COMPLEXOS	123
7.3.2 AVALIAÇÃO SISTEMÁTICA DO COMPORTAMENTO AUDITIVO PARA SONS DE FALA PRÉ E PÓS TREINAMENTO	131
7.3.3 DESENVOLVIMENTO AUDITIVO: QUESTIONÁRIO AUDITIVO LITTLEARS	151
7.4 CONCLUSÕES	156
7.5 OUTRAS CONSIDERAÇÕES	159
8. CONCLUSÕES	160
9. ANEXOS	163
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	187

1. Introdução e Fundamentação teórica

Desde que a triagem auditiva neonatal foi implantada e se tornou mandatária, os fonoaudiólogos têm, em suas clínicas, uma demanda de bebês com deficiência de audição para intervenção.

Já se sabe que a integridade da audição (periférica e central) é essencial para o aprendizado da linguagem oral e o desenvolvimento global do bebê. Portanto, não é novidade que bebês com deficiência auditiva precisam de intervenção fonoaudiológica imediata após o diagnóstico da perda de audição, com seleção de aparelhos de amplificação sonora adequados e orientação às famílias quanto ao uso dos aparelhos e ao desenvolvimento da percepção e produção de fala.

O desenvolvimento auditivo de uma criança acontece continuamente desde o nascimento até as fases do desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita. Segundo Werner (2007), os padrões do estímulo de fala vão adquirindo significado ao longo do desenvolvimento, desde caracterizar e identificar um sinal acústico como sendo fala, embora sem reconhecer palavras e frases (primeiros seis meses de vida, aproximadamente) até selecionar qual informação acústica é mais importante para identificar e compreender os padrões de fala (oito a nove anos de idade).

De fato, o desenvolvimento da linguagem está relacionado à capacidade de selecionar, no ambiente, os estímulos que são mais importantes. Isso não é possível se não houver a exposição do bebê ou criança a experiências acústicas suficientes, ou se houver, em algum grau, perda auditiva (Vouloumanos e Werker, 2007; Werner, 2007)

Alguns estudos (Werner, 2002; Leibold et al., 2007; Sharma et al., 2004 e Sharma et al., 2009) visaram estabelecer o tempo de maturação do sistema nervoso auditivo central (SNAC), já que qualquer grau de deficiência auditiva interfere nesse processo e gera um consequente atraso no desenvolvimento global. Na medida em que apontam que os primeiros meses de vida são críticos para o sistema nervoso auditivo central, os resultados desses estudos ressaltam a importância do diagnóstico da

deficiência auditiva o mais cedo possível, para que a intervenção possa ocorrer antes que o bebê entre no sexto mês de vida.

Por essa razão, os achados de Yoshinaga-Itano et al. (1998) e Ching et al. (2007) sobre fatores que determinam um bom prognóstico de desenvolvimento de linguagem, indicaram a intervenção fonoaudiológica com a seleção e indicação dos aparelhos de amplificação sonora antes do sexto mês de vida, como sendo positivamente determinante para as habilidades de linguagem.

Para os fonoaudiólogos pesquisadores das questões de audição e linguagem de bebês deficientes auditivos, as pesquisas que descrevem o desenvolvimento normal do processamento auditivo têm proporcionado fortes argumentos para os programas de identificação da perda auditiva ao nascimento e programas de intervenção fonoaudiológica com seleção de aparelhos de amplificação sonora (AASI) e implante coclear (IC), orientação familiar e terapia fonoaudiológica visando o desenvolvimento das habilidades auditivas durante o período crítico de maturação, e consequente desenvolvimento das habilidades linguísticas.

De fato, muitas variáveis estão envolvidas no processo de reabilitação de uma criança deficiente auditiva para que ela desenvolva linguagem oral satisfatoriamente. A questão da relação audição/linguagem é uma das que há muito vêm servindo como tema em pesquisas fonoaudiológicas e áreas afins (Saffran et al., 2007; Bass-Ringdahl, 2010; Yoshinaga-Itano et al., 2010). Com o surgimento e a regularização dos programas de triagem auditiva neonatal, foram realizados estudos com o objetivo de investigar os resultados em relação aos programas de triagem auditiva neonatal e intervenção fonoaudiológica dos bebês diagnosticados com deficiência auditiva logo no início da vida (Ching et al., 2007; Sininger et al., 2009; Sininger et al., 2010).

Tais estudos identificaram fatores determinantes do desenvolvimento do bebê com deficiência auditiva, além do já sabido início do processo de intervenção antes do sexto mês de vida. Trata-se de um fenômeno complexo, com implicações de curto, médio e longo prazo (Yoshinaga-Itano, 2003; Nittrouer, 2008; Nott et al., 2009a, 2009b; Punch e Hyde, 2010; Ching

et al., 2010; Ching et al., 2011; Fitzpatrick et al., 2011; Novaes et al., 2012; Boons et al., 2012)

O processo de seleção e adaptação de AASI é o primeiro passo do processo de intervenção, por meio do qual é possível estabelecer um prognóstico provável para o desenvolvimento global das crianças com deficiência de audição.

Processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora

O processo de seleção dos aparelhos de amplificação sonora tem início logo após o diagnóstico da deficiência auditiva, que determina o grau e o tipo da perda auditiva. Porém, os dados audiológicos podem ser ainda imprecisos no momento em que a amplificação deve ser indicada. A intervenção, nesses casos, visa dar suporte à família para a compreensão do processo, garantir o desenvolvimento harmônico do bebê nos primeiros meses de vida e contribuir para o diagnóstico com observações do comportamento auditivo em diferentes situações com o uso do AASI, o que representa a validação dos métodos que independem do comportamento da criança.

Por essa razão, o diagnóstico, a intervenção e o processo de seleção do AASI acontecem simultaneamente ao longo dos primeiros meses, em um processo integrado entre a família, o médico e o fonoaudiólogo. Esse processo interdisciplinar particulariza ainda mais o trabalho fonoaudiológico com bebês e crianças (Figueiredo e Novaes, 2012).

O processo de seleção dos aparelhos de amplificação em bebês e crianças está dividido em algumas etapas: a escolha das características físicas (cor, tipo, tamanho do gancho, travas para gaveta de bateria e outros acessórios que auxiliam a acomodação e manutenção dos aparelhos em orelhas pequenas) e das características eletroacústicas (ganho acústico, saída máxima, algoritmo de redução de ruído e ênfase do sinal de fala e outros recursos disponíveis entre as marcas e modelos de AASI) dos aparelhos de amplificação sonora; a verificação do desempenho (medidas objetivas para avaliar a adequação da amplificação à regra prescrita) e a

validação do processo de seleção (avaliação dos benefícios e limitações dos AASI para a percepção de fala e desenvolvimento de linguagem).

Para a prescrição dos AASI em bebês e crianças, o protocolo de amplificação pediátrica da American Academy of Audiology (2003), pelo protocolo de Minnesota (2005), *Early Hearing Detection and Intervention (EHDI) Program*, e a Portaria de Saúde Auditiva recomendam que sejam utilizados o método prescritivo DSL[i/o] (*Desired Sensation Level [input/output]*) e a mensuração da diferença individual entre orelha e o acoplador de 2cc (RECD - *Real Ear to Coupler Difference*).

O método prescritivo DSL foi descrito pela primeira vez em 1985, em artigo publicado por Seewald, Ross e Spiro, que apresentaram a primeira versão computadorizada para o cálculo das características eletroacústicas da amplificação para população pediátrica, no qual é priorizada a amplificação do espectro da fala considerando as condições acústicas do ambiente.

A regra DSL é baseada na premissa de que a população infantil tem necessidades acústicas distintas da população adulta. Seewald (1994,1995) justificou a necessidade de um regra prescritiva específica para crianças, apontando as seguintes razões: a pouca informação audiológica (limiares auditivos e de desconforto) disponível para iniciar o processo de indicação, as diferenças acústicas entre as orelhas infantis e as adultas, e o fato de que, como a linguagem das crianças está se desenvolvendo, a amplificação deve proporcionar acesso adequado dos sons de fala e monitoramento auditivo da própria fala.

Com o avanço da tecnologia dos aparelhos de amplificação e o advento da amplificação não linear (WDRC), Cornelisse, Seewald e Jamieson (1995) incorporaram à regra DSL um algoritmo que relaciona intensidade de um sinal de entrada e nível de saída produzido pela amplificação. Esse novo algoritmo eletroacústico, chamado de [i/o] – *input-output*-, considera o campo dinâmico da audição, fazendo com que o sinal acústico seja audível e sem desconforto, e estabelece ganho para todos os níveis de entrada, pois a tecnologia WDRC gera ganhos variáveis de acordo com o sinal de entrada. Portanto, os sons amplificados ficarão dentro do

campo dinâmico da audição, o sinal de fraca intensidade ficará próximo do limiar auditivo, o sinal de forte intensidade ficará próximo do limiar de desconforto e o sinal de média intensidade deverá estar próximo à metade do campo dinâmico (limiars de maior conforto), buscando, assim, audibilidade para todos os sons com uma aproximação da sensação do som que se considera normal.

Seewald et al. (1997) disponibilizaram o *software* da DSL[i/o], por meio do qual era possível converter os limiars auditivos (dB NA) em nível de pressão sonora (NPS) considerando medidas individuais da orelha de cada criança (RECD). Caso não fosse possível realizar a medida RECD, o *software* disponibilizava um banco de dados de valores das diferenças entre a orelha e o acoplador de 2cc para diferentes faixas etárias. Assim, era possível visualizar os limiars auditivos (perda auditiva) com os sons amplificados conforme prescrito pela regra no chamado *SPLogram*, um audiograma em NPS.

A versão atual da regra prescritiva DSL é versão 5.0 - DSL*m*[i/o]v5- em que o *m* se refere ao termo multiestágio, correspondente aos estágios do processamento digital do sinal acústico (expansão, ganho linear, compressão e limitação de saída). O objetivo é fornecer para cada estágio uma série de alvos de entrada/saída que definirão como um AASI multicanal e multiestágio deve responder para a fala em seus diferentes níveis de sons de entrada (Scollie et al., 2005)

A versão cinco pode também ser usada com adultos, pois diferencia a perda congênita da adquirida e, no protocolo de indicação pediátrica, incluiu o uso de limiars eletrofisiológicos, a escolha do transdutor utilizado na realização do exame diagnóstico e uma atualização no banco de dados dos valores de RECD preditos¹ (Scollie et al., 2005; Scollie, 2007; Moodie et al., 2007). Diferentemente das versões anteriores, a versão atual (v5) pode ser encontrada em equipamentos de verificação de AASI como Verifit®Audioscan e Interacoustics Affinity^{2.0} (Bagatto et al., 2010) e incorporadas em alguns softwares de fabricantes de AASI.

¹ Às vezes, devido ao comportamento da criança e outras questões, não é possível obter as medidas de RECD. A DSL possui um banco de dados que prevê valores de RECD para cada faixa etária. No entanto, é sempre importante obter as medidas individuais de cada um (Beauchaine, 2001, 2002).

Verificação dos Aparelhos de Amplificação Sonora

A regra DSL gera, a partir dos limiares auditivos e a medida da RECD, os alvos desejados de ganho e saída. Verificar os aparelhos de amplificação sonora é o próximo passo no processo de seleção para checar a adequação da programação dos AASI: alvo-saída. Essa etapa é de fundamental importância já que os *softwares* de programação dos aparelhos auditivos têm suas próprias regras prescritivas, o que, muitas vezes, não garante a audibilidade necessária para a população pediátrica.

Estudos (Hawkins e Cook, 2003; Seewald et al., 2008; Mueller, Bentler e Wu, 2008; Rissatto e Novaes, 2009; Rezende, Figueiredo e Novaes, 2012) sobre a comparação entre as regras prescritivas criadas pelos fabricantes de AASI e métodos prescritivos genéricos baseados em evidência, que incluem os métodos: DSL [i/o], DSL_m[i/o]_{v5} o método NAL-NL1 e NL2 (*National Acoustics Laboratories nonlinear methods*), comprovaram a necessidade da verificação dos aparelhos de amplificação sonora.

Seewald et al. (2008) referiram que, ao invés do fonoaudiólogo responsável pela seleção de AASI em crianças utilizar os parâmetros iniciais sugeridos pelos *softwares* dos fabricantes, deve verificar a amplificação fornecida pelo AASI. Se deixar de fazer a verificação dos aparelhos, estará negligenciando a importância da audibilidade para essa população, já que a média dos sons de fala amplificados pode variar até 21dB, principalmente nas frequências altas para o mesmo audiograma, quando comparados os valores prescritos, seja pelos *softwares* dos fabricantes de AASI, seja pela regra baseada em evidência.

Os autores ainda ressaltaram que as diferenças observadas nas curvas de respostas de frequências entre os diversos fabricantes de AASI refletiram substancialmente nos valores do índice de inteligibilidade de fala (SII). Não há nenhum estudo sobre diferenças de valores de SII para a vida diária de um bebê de seis meses de idade. No entanto, sabe-se que uma audibilidade adequada proporciona mais oportunidades de aprendizagem da língua oral.

Rezende, Figueiredo e Novaes (2012) compararam a prescrição de características eletroacústicas e as modificações propostas para aclimatização feitas por *softwares* específicos de fabricantes de AASI e, assim como o estudo de Seewald et al. (2008), concluíram pela necessidade da verificação das características eletroacústicas dos AASI durante o processo de seleção e indicação dos mesmos, assegurando ao paciente uma amplificação adequada, principalmente no caso de crianças, pois a variação entre os softwares dos fabricantes, encontrada neste estudo, foi de até -28dB nas frequências altas.

Índice de Inteligibilidade de Fala - SII

Avaliar e quantificar a audibilidade do sinal de fala no processo de seleção de AASI de bebês e crianças, é importante para assegurar que esses pacientes tenham acesso aos sons de fala com qualidade e sem desconforto, como preconiza a DSL.

Um das medidas objetivas que, durante o procedimento de verificação dos AASI, estima audibilidade e inteligibilidade para sons de fala, é o Índice de Inteligibilidade de fala, a sigla SII do inglês - *Speech Intelligibility Index* -, que será mantida devido a sua utilização na literatura internacional, independentemente do idioma de publicação.

O SII é mede a proporção de informações de fala audível e útil para o ouvinte e tem alta correlação com a inteligibilidade de fala (ANSI, 1997 [R2012]). Surgido da revisão feita em 1997 da ANSI S3.5-1969, substituiu o mais conhecido índice, *Articulation Index* (AI), que até o final da década de 80, não era muito utilizado clinicamente, devido à complexidade do cálculo.

No final da década de 80 e ao longo da de 90, o AI passou por algumas revisões (Pavlovic, 1984; Kamm, Dirks e Bell, 1985; Pavlovic, Studebaker e Sherbecoe, 1986; Mueller e Killion, 1990) que viabilizaram o uso clínico², até chegar à versão atual, chamada de SII (ANSI, 1997 [R2012]), que pode ser calculada automaticamente por equipamentos de verificação de aparelhos de amplificação sonora individual (ex. Verifit®Audiosacan, Interacoustics Affinity®) (Bagatto et al., 2010), ou com o

² O AI pode ser calculado pelo método do *count-the-dots* (Mueller e Killion, 1990)(Humes, 1991).

uso de *software* desenvolvido por pesquisadores da *Acoustical Society of America (ASA)*³.

O termo *Audibility Index (AI)* foi proposto para descrever uma ampla gama de índices eletroacústicos, que quantificam sinais de fala audível e sem distorção. Isso inclui diversas formas do *Articulation Index - AI* - (Fletcher e Galt, 1950; Kryter, 1962; ANSI, 1969) e o *Speech Intelligibility Index - SII* - (ANSI, 1997 [R2012]). A literatura, muitas vezes, se torna confusa devido à extensa terminologia. Neste estudo, serão usados os termos: SII, para referir o modelo ANSI S3.5-1997; e AI, para os demais.

O AI foi originalmente desenvolvido para a construção dos sistemas de comunicação, na época o telefone, para auxiliar engenheiros do laboratório *Bell Telephone* (French e Steinberg, 1947). Até então, o AI era chamado de *articulation theory*. A teoria expunha uma medida física elaborada para prever a performance de reconhecimento de fala de indivíduos com audição normal, sob uma variedade de sistemas de transmissão eletroacústica. O reconhecimento da fala aumenta conforme aumenta a largura da banda de frequências do sinal e diminuiu o ruído competitivo. Essa é base da teoria do AI, um cálculo que parte dos limiares mínimos de audibilidade e de desconforto, considerando o nível do sinal de fala e as características do ruído de interferência (French e Steinberg, 1947; Kryter, 1962; Pavlovic, 1984).

A partir desse modelo, a *American National Standards Institute [ANSI]* 3.5-1969), desenvolveu o AI, mais tarde revisto e transformado no novo SII (ANSI, 1997 [R2012]).

O SII é calculado a partir do espectro do sinal de fala, espectro do ruído e limiar auditivo do sujeito. Os sinais de fala e ruído são filtrados em bandas de frequências. Dentro de cada faixa de frequências, o fator de audibilidade é derivado da relação sinal-ruído, indicando o grau em que o sinal de fala é audível (ANSI, 1997 [R2012]).

Nem todas as bandas de frequências têm a mesma quantidade de informações de fala. Ou seja, não são igualmente importantes para a

³ Disponível para download em <http://www.sii.to>

inteligibilidade. Por isso, as bandas de frequências são consideradas por uma função chamada banda de importância, que indica em que grau cada faixa de frequências contribui para a inteligibilidade. A seleção é influenciada por alguns fatores, entre os quais, por exemplo, o tipo de material de fala (palavras ou sentenças) (Kryter, 1962; Mueller e Killion, 1990; Sherbecoe e Studebaker, 2002 e 2003; Scollie, 2008; Gustafson e Pittman, 2011; McCreery, 2011).

Enfim, o SII é determinado pela associação da audibilidade em diferentes faixas de frequências, ponderado pela função banda de importância e outros fatores como: efeitos do fator distorção associado a intensidades altas, reverberação, ruídos. O resultado do cálculo é um número de zero a 100%, interpretado como a porção de informação do discurso (fala) disponível para o ouvinte. Um valor de SII igual a zero significa que nenhum som de fala está audível, enquanto que o 100% significa que todas as informações de fala estão disponíveis.

O SII está sendo estudado e usado com mais frequência na clínica audiológica como ferramenta de auxílio na verificação da adequação da amplificação para cada caso e para diferentes intensidades do sinal de fala, como uma estratégia de orientação a famílias e como uma medida preditora de audibilidade e inteligibilidade para sons de fala em diferentes tipos de ambiente sonoro, como por exemplo, silêncio e ruído.

Mueller e Hall (1998) listaram aplicações clínicas para a medida AI. A primeira diz respeito ao aconselhamento educacional para famílias de pacientes candidatos ao uso de amplificação sonora. Medidas de AI também podem ser úteis no processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora, na etapa da verificação para as comparações entre modelos e marcas de aparelhos, e na avaliação do que melhor se aplica à saída e ganho para cada caso. O AI pode ser usado como medida objetiva do benefício da amplificação. Vale ressaltar que o uso do índice isoladamente pode ser inadequado para avaliação do benefício, mas, em conjunto com outros instrumentos, como os questionários, por exemplo, pode ser de grande valia para o gerenciamento dos procedimentos de validação.

Os autores sugeriram também o uso do índice como referência para orientação clínica a famílias, desde o diagnóstico - para entendimento do que representa o grau da perda e os resultados para os testes de fala sem a amplificação para cada caso -, até o processo de seleção de AASI, para ilustrar o que é audível com os aparelhos de amplificação sonora. Finalmente, para determinar se o paciente é candidato ou não ao uso da amplificação.

Nos dias atuais, na mesma linha de aplicações em que o AI pode ser utilizado conforme descrito por Mueller e Hall (1998), com a disponibilidade de outras tecnologias como a do Implante Coclear (IC), o SII pode ser usado como uma ferramenta de orientação na indicação do IC em crianças muito pequenas. Índices baixos com o uso dos aparelhos de amplificação sonora indicam pouco acesso aos sons de fala. Portanto, se a família opta por uma abordagem educacional verbal oral, o SII pode ser um norteador para o encaminhamento para a avaliação da possibilidade de IC. Os mesmos autores afirmaram não haver um valor “mágico” de corte para o AI.

Estudos dos últimos anos buscaram estabelecer valores normativos para o SII, visando validar a sua aplicação clínica. Os efeitos do grau e da configuração da perda auditiva para informações de fala amplificada foram explorados com o objetivo de contribuir para os processos de seleção dos aparelhos de amplificação, tanto para a verificação quanto para a validação.

O estudo de Davidson e Skinner (2006) relacionou a audibilidade para frequências específicas e valores de SII com a habilidade de percepção de fala, em crianças com perda auditiva sensorioneural usuárias de aparelhos de amplificação sonora com tecnologia WDRC. Os resultados mostraram correlação positiva entre os escores obtidos nos testes de percepção de fala e os valores de SII para as intensidades 50 e 70dB NPS. Os autores discutem implicações clínicas sobre o tema e referiram que audibilidade para todas as intensidades de fala é um pré-requisito para a percepção de fala e, em última análise, para o desenvolvimento da linguagem em crianças pequenas com perdas auditivas. Sons de fraca intensidade são importantes para a aprendizagem incidental, para o auto-monitoramento da fala e sua melhor compreensão em diversos tipos de ambientes sonoros.

Embora a audibilidade seja essencial, não é suficiente para a percepção de fala. O uso consistente dos AASI, as habilidades cognitivas e linguísticas assim como o ambiente educacional influenciam no desenvolvimento das habilidades de percepção de fala de crianças com deficiência de audição (Davidson e Skinner, 2006; Moeller et al., 2009).

Na descrição da regra prescritiva DSL m [i/o] v5 e na apresentação dos primeiros resultados da aplicação da regra, Scollie (2007) expôs as mudanças entre as versões 4.1 e 5.0 e o uso do SII no processo de verificação de AASI exemplificando com dados de 10 crianças, com idade entre sete e 17 anos e perda auditiva variando de leve a severo na melhor orelha. As médias das frequências altas (2000 a 6000Hz) foram comparadas com valores de SII amplificados, utilizando o equipamento Verifit®Audioscan.

Duas tendências ficaram claras na análise desses dados. Primeira: à medida que os limiares auditivos aumentam, os valores de SII diminuem, devido tanto às limitações da amplificação em alcançar os alvos estabelecidos pela regra, como ao fator distorção. Scollie (2007) esclareceu que os valores mais baixos de SII são observados para as perdas auditivas severas a profundas por razões impostas pelo próprio cálculo do SII, além das limitações de ganho da amplificação para esses graus de perda. O SII inclui no cálculo o chamado “fator distorção” - *level distortion factor* – que reduz o valor estimado de SII para espectro de fala maior que 62,5dB NPS. Essa redução, pequena para as intensidades de fala conversacional, mostrou-se significativa, no entanto, para os níveis produzidos pelo aparelho de amplificação sonora ajustados para uma perda severa ou profunda.

Segunda tendência: conforme limiares auditivos diminuem, os valores de SII aumentam, principalmente, para as perdas de até 80dB NA. Tal tendência reflete o fato de que quanto maior o sinal de entrada, maior a audibilidade, particularmente para as perdas severas, bem como o nível de audição depende do limiar de compressão. A DSL m [i/o] v5 recomenda maiores limiares de compressão conforme o grau da perda auditiva aumenta, para “acomodar” limitações de ganho e *feedback*. Portanto, pode-

se esperar baixos valores de SII para sons de entrada de 55dB NPS, por exemplo.

Em geral, os valores de SII são maiores que 60% para perdas até 75dB NA. Para perdas abaixo de 80dB NA, os valores de SII podem variar de 20% a 60%, dependendo da configuração da perda, do nível do sinal de teste e da diferença alvo-saída (Scollie, 2007).

Sininger et al. (2010), em estudo multicêntrico, realizaram uma análise de regressão multivariada de fatores relacionados a escores mais altos de desenvolvimento de linguagem oral em crianças com deficiência auditiva sensorineural bilateral. As autoras propuseram, no início do estudo, que o SII fosse utilizado como indicador da adequação da amplificação e como variável preditora da performance auditiva. Após análise, as autoras relataram uma relação direta dos valores de SII com o grau da perda auditiva. Consequentemente, concluíram que, para o objetivo proposto, o SII traz pouca ou nenhuma informação adicional além do grau da perda auditiva, já que, para uma análise de regressão multivariada, ter duas variáveis que representam um mesmo resultado enfraquece a escolha metodológica. Portanto, os valores de SII não foram utilizados como variável preditora na análise de regressão.

De acordo com Stiles, Bentler e McGregor (2012) o grau da perda parece influenciar o desenvolvimento de linguagem, particularmente quando se comparam crianças com perda auditiva de grau moderado com crianças com perdas severas. Esse fato leva muitos fonoaudiólogos a avaliarem o grau da perda auditiva como um dos preditores de desenvolvimento de linguagem. No entanto, em tempos de identificação da perda auditiva e intervenção precoce com dispositivos eletrônicos de alta tecnologia, a média dos limiares auditivos pode não representar corretamente as condições de escuta amplificada de uma criança com deficiência auditiva.

Nesse sentido, o SII, enquanto medida que melhor representa as características audiológicas para o sinal de fala amplificado, pode ser mais consistente como preditor do desenvolvimento de linguagem, do que a média dos limiares tonais.

Sobre essa relação - desenvolvimento de linguagem e SII -, uma pesquisa de Bass-Ringdahl (2010), por meio de um método bem delineado, investigando longitudinalmente treze crianças com perda auditiva sensorioneural de grau severo a profundo, relacionou os valores de SII com o uso dos aparelhos de amplificação sonora e o desenvolvimento do balbucio canônico. Os resultados mostraram que o aparecimento do balbucio canônico está relacionado com valores mais altos de audibilidade – SII igual ou maior que 35%. Portanto, o SII pode ser considerado um preditor para o desenvolvimento do balbucio canônico.

Validação dos aparelhos de amplificação sonora

A validação do processo de seleção de AASI é o estágio final de todo o processo de seleção e adaptação, cujo objetivo é medir o benefício da amplificação na vida da criança (Martinelli-Lório e Menegotto, 2009)

Em bebês e crianças a validação é um processo longitudinal, pois pretende avaliar os efeitos da amplificação para o desenvolvimento de linguagem oral.

Para o procedimento de validação o protocolo de amplificação pediátrica da American Academy of Audiology, o protocolo de *Minnesota Early Hearing Detection and Intervention (EHDI) Program* e o protocolo da Portaria de Saúde Auditiva recomendam a aplicação de instrumentos que avaliam a linguagem da criança deficiente auditiva que recebeu o AASI.

O procedimento de validação deve avaliar a audibilidade para sons da fala. A determinação dos níveis mínimos de resposta em campo livre pode não ser a melhor estratégia para avaliar a audibilidade em bebês e crianças pequenas. Muitas variáveis influenciam nos resultados do teste, como, por exemplo: o ambiente de teste, a posição do paciente, condições de teste idênticas na pesquisa dos limiares sem e com aparelhos auditivos, tecnologia não-linear e outros (Kuk e Ludvigsen, 2003).

De fato, embora não seja tarefa fácil para os audiologistas, estabelecer o benefício dos AASI em bebês e crianças pequenas é determinante do prognóstico do desenvolvimento de fala de bebês

deficientes auditivos e para a indicação do IC dos diagnosticados com perda auditiva em grau severo e profundo.

O comportamento auditivo em bebês precisa ser observado com cautela, pois está intimamente relacionado a etapas do desenvolvimento motor e cognitivo. O conhecimento das fases do desenvolvimento sensório-motor juntamente com a audibilidade proporcionada pelos AASI são importantes para determinar como se podem observar respostas auditivas durante o processo de validação e, assim, nortear a conduta terapêutica e estabelecer o prognóstico para o desenvolvimento da linguagem oral.

Ling (2002, 2006) propôs o teste Os Seis Sons de Ling - /m/, /u/, /a/, /i/, /j/ e /s/- para avaliar o acesso para sons de fala. O teste fornece uma verificação rápida e válida quanto à habilidade das crianças para detectar e identificar sons em toda a faixa de frequências do discurso. Ling sugeriu aplicar o teste a distâncias de um metro e três metros para avaliar diferentes situações conversacionais.

Alguns fabricantes de dispositivos eletrônicos elaboraram materiais⁴ para aplicação do teste Os Seis Sons de Ling com o objetivo de avaliar se a programação dos aparelhos de amplificação ou os mapeamentos do IC estão proporcionando acesso a todos os sons de fala.

Scollie et al. (2012) propuseram um material calibrado (CD) dos estímulos seis sons de Ling para avaliar limiares de detecção dos sons de fala com amplificação. O material foi aplicado tanto em adultos com audição normal, para determinar confiabilidade e respostas em dB NPS, como em adultos e crianças com deficiência auditiva. Os autores referiram a necessidade de mais dados para caracterizar tendências de respostas para a população pediátrica.

Além da observação do comportamento auditivo, a amplificação pode ser avaliada por meio de questionários aplicados aos pais das crianças. Atualmente, temos disponíveis alguns questionários traduzidos e validados para o português do Brasil, que avaliam as habilidades auditivas e/ ou de linguagem observadas pelos pais e professores. São exemplos desses

⁴ Disponíveis para *download* nos sites: <http://hope.cochlearamericas.com/listening-tools/ling-6-sounds>

questionários: o IT-MAIS (Zimmerman-Philips et al.,1997) que tem como objetivo avaliar o uso significativo dos sons por crianças deficientes auditivas com idade entre um e três anos de idade, em situações cotidianas; o Inventário PEACH -*Parents' Evaluation of Aural/Oral Performance of Children*- (Ching e Hill, 2007), que busca avaliar a eficácia da amplificação em crianças de qualquer idade cronológica e auditiva, com qualquer grau de perda auditiva, a partir de observações sistemáticas dos pais; o questionário auditivo LittleEARS (Coninx et al., 2009) que avalia o desenvolvimento auditivo em crianças usuárias de AASI ou IC com até dois anos de idade auditiva, entre outros.

O Quadro 1 resume os questionários hoje disponíveis para validação da amplificação em crianças até três anos de idade, traduzidos para o português.

Quadro 1 – Questionários para avaliação do desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem disponíveis em português para crianças

Instrumento	Autores (ano)	Idade	Tradução	Objetivos
Auditory Behavior in Everyday Life (ABEL)	Purdy et al. (2002)	2 a 12 anos	Souza et al. (2011)	24 questões que avaliam o comportamento auditivo na vida diária (aspectos aural-oral, consciência auditiva e habilidades sociais)
Early Listening Function (ELF)	(Anderson, 2007)	5 meses a 3 anos	Oshima et al. (2010)	12 atividades aplicadas pelos pais para avaliar detecção auditiva em diferentes distancias e ambientes
Infant-Toddler Meaningful Auditory Integration Scale (IT-MAIS)	Zimmerman-Philips et al. (1997)	Menor que 4 anos	Castiquini e Bevilacqua (2000)	Entrevista com pais para avaliar comportamento auditivo espontâneo em situações diárias
PEACH – Parent's Evaluation of Aural/oral performance of Children	Ching e Hill (2007)	Qualquer idade	Peruchi e Moret (2009) Levy e Rosenberg (2009)	Observação sistemática feita pelos pais em situações de silêncio e ruído, avalia o uso do AASI; o conforto auditivo
Questionário auditivo LittleEars	Coninx et al. (2009)	0 a 2 anos	Med-el Brasil Em processo de validação por Leandro e Novaes	Questionário para os pais com 35 questões evolutivas do desenvolvimento auditivo

Estudos na área de seleção da amplificação em bebês e crianças pequenas são importantes para que possamos estabelecer um protocolo mínimo que contemple as questões acima citadas, particularmente a sistematização de instrumentos de validação quanto a audibilidade de sons de fala. Questões sobre o acompanhamento dessas crianças para avaliação do processo terapêutico fonoaudiológico e desenvolvimento de linguagem devem estar em concordância com o provável prognóstico estabelecido no processo de seleção e adaptação dos aparelhos de amplificação sonora.

Na prática clínica, observa-se que tais procedimentos fazem parte da rotina de atendimento, mas não de forma sistemática para as crianças abaixo de três anos de idade.

Tendo em vista esses aspectos, estudos que visam descrever e avaliar os procedimentos de validação na rotina clínica de bebês e crianças até três anos de idade com deficiência de audição, se mostram necessários e de grande valia para a elaboração de protocolos que norteiam o processo terapêutico de crianças deficientes auditivas.

Nesse sentido, quatro estudos compõem esta tese, sendo os três primeiros referentes a questões relacionadas à verificação da amplificação e uso do índice de inteligibilidade de fala no processo de seleção da amplificação sonora, e o quarto, à avaliação sistemática do comportamento auditivo de crianças até três anos de vida, como parte do processo de validação da amplificação

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Estabelecer a relação entre audibilidade para sons de fala e características audiológicas e de respostas comportamentais em bebês e crianças com até três anos de idade usuárias de aparelhos de amplificação sonora.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Estudo 1

Analisar comparativamente valores de SII para a entrada de 65dB NPS gerado na verificação dos aparelhos de amplificação sonora programados conforme regra prescritiva $DSL_{m[i/o]}$ v5, e uma proposta de classificação de indivíduos, baseadas em limiares auditivos, que considere a dinâmica da relação entre grau e configuração de perdas auditivas.

2.2.2 Estudo 2

Analisar comparativamente os valores de SII amplificado para os diferentes entradas 75, 65 e 55dB NPS de sinal de fala, gerados no processo de verificação dos aparelhos de amplificação conforme regra prescritiva $DSL_{m[i/o]}$ v5, nos diferentes graus e configurações de perdas auditiva sensorioneural. Os achados buscam, ainda, relacionar audibilidade e distância para orientar o processo de intervenção terapêutica e tomadas de decisão clínico-terapêuticas, logo nos primeiros meses de uso da amplificação.

2.2.3 Estudo 3

Construir curvas de referência para valores de SII amplificado com sinal de fala nas intensidades de 55 e 65dB NPS, considerando as diferenças entre os alvos prescritos pela regra DSL m [i/o] v5 e as curvas de resposta em função de frequências obtidas na verificação dos AASI, como critério para uma amplificação adequada, observando as limitações da amplificação para os diferentes graus e configurações de perda auditiva.

2.2.4 Estudo 4

Contribuir para o processo de validação estabelecendo relações entre tipos de respostas comportamentais auditivas que demonstrem detecção de estímulos familiares e não familiares em diferentes situações de distância/audibilidade. Variáveis de confusão serão analisadas quando houver interferência no desempenho esperado de cada caso.

3. Orientação metodológica

Serão apresentadas questões relativas ao local de pesquisa, aos preceitos éticos, serão especificados alguns procedimentos, e será referenciado o material utilizado para a construção de cada método empregado e descrito detalhadamente nos capítulos 4, 5, 6 e 7 referentes aos estudos que compõem esta pesquisa.

3.1 Local da Pesquisa

Este estudo foi realizado no Centro Audição na Criança (CeAC), ligado à Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/ PUC-SP, ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia/ Linha de Pesquisa Audição na Criança, da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP. Trata-se de um serviço de alta complexidade credenciado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), que oferece atendimento a crianças com suspeita ou deficientes auditivas abaixo dos três anos de idade.

3.2 Considerações éticas

De acordo com os preceitos éticos da pesquisa com seres humanos, foi elaborada uma carta de informação sobre os procedimentos da pesquisa e um termo de consentimento para participação a ser assinado pelos pais ou responsáveis pela criança, o qual continha: o objetivo do estudo, os procedimentos, a garantia de sigilo quanto à identidade e o asseguramento da possibilidade de desistência em qualquer fase da pesquisa ou no caso da criança se recusar a realizar os procedimentos (Anexo 1). O Comitê de Ética da PUC/SP afirma que os procedimentos utilizados neste estudo atendem aos critérios éticos da Portaria 196/96 do Conselho Nacional de Saúde no que se refere à pesquisa com seres humanos, sob o protocolo nº 337/2010 (Anexo 2).

3.3 Sujeitos da pesquisa

- Estudos um, dois e três

O estudo contou com 41 pacientes, com idades entre quatro e 80 meses, com diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural de qualquer grau e configuração, que participaram do processo de seleção de aparelho de amplificação sonora durante o ano de 2011, totalizando 78 orelhas para análise. Desse total foram excluídas duas orelhas de sujeitos usuários de implante coclear e duas orelhas de dois sujeitos com anacusia. Para todas as crianças foram indicados aparelhos de amplificação sonora não-lineares.

- Estudo quatro

Foram selecionados para este estudo oito pacientes, com idades entre 11 meses e 28 meses, com diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural de grau moderado a profundo com qualquer configuração audiométrica que participaram do processo de seleção de aparelho de amplificação sonora no CeAC antes de completarem dois anos de vida, durante os anos 2011 e 2012, e que retornaram para acompanhamento no período da coleta de dados.

Os casos atenderam aos seguintes critérios para participação na pesquisa:

- ter realizado processo de diagnóstico audiológico e de seleção de AASI no CeAC;
- ter finalizado diagnóstico e iniciado o processo de seleção de AASI até os 24 meses de idade, a partir do estabelecimento dos limiares auditivos, de acordo com o protocolo de diagnóstico audiológico utilizado na instituição;
- ser candidato ao uso de aparelhos de amplificação sonora não-linear com recurso de memória de tempo de uso em média de horas por dia;
- não apresentar outros comprometimentos (cognitivos, distúrbios motores, neurológicos, psicológicos, visuais e/ou problemas graves de saúde) que pudessem comprometer o desenvolvimento da linguagem, conforme avaliado por médico otorrinolaringologista e neuropediatra;

- não apresentar qualquer condição que pudesse ser classificada como desordem do espectro da neuropatia auditiva;
- ter concluído todos os procedimentos propostos neste estudo;
- termo de autorização e consentimento livre assinado pelos pais e/ou responsáveis, conforme estabelecidos e aprovados pela Comissão de Ética da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP).

3.4 Material

- Avaliação audiológica

- Audiômetro modelo AC-33 da Interacoustics, calibrado de acordo com as normas ISO 389-1(1998), ISO 389-3 (1994), ISO 389-4 (1994) e IEC 675 (1992);

- Imitanciômetro modelo AT – 235H da Interacoustics;

- Otoscópio marca Heine, tipo Standard N 2.5 V de fibras óticas

- Processo de seleção dos AASI

Para a programação dos aparelhos de amplificação sonora foi utilizado o Programa NOAH *System* 3.0 com *softwares* dos fabricantes de AASI e a interface de programação Hi-Pro USB.

Para a realização das medidas RECD e verificação dos AASI, foi utilizado o equipamento modelo Verifit da marca Audioscan (Verifit®Audoscan).

Trata-se de um analisador de aparelhos de amplificação sonora que verifica o desempenho eletroacústico dos AASI em acoplador 2cc e mensurações com microfone sonda.

Para as medidas de verificação em acoplador ou *in situ*, a partir das curvas de respostas dos AASI, em função das frequências obtidas com um sinal de entrada de fala, o equipamento calcula valores de SII em porcentagem, para uma entrada de 65dB NPS sem amplificação, e, com amplificação, para diferentes entradas de estímulo de fala, nas intensidades de 40 a 75dB NPS. O cálculo realizado pelo equipamento usa o método de 1/3 de oitava de frequências descrito pela ANSI S3.5-1997 sem considerar a

banda de frequências de 160 Hz e sem ruídos mascarantes, ou seja, o equipamento calcula o SII para um ambiente ideal de escuta (Audioscan, 2010).

Os valores de SII são representados em uma escala de zero a 100%, em que zero significa nenhuma audibilidade e 100, audibilidade para todos os sons de fala.

O estímulo usado para a verificação dos AASI em todas as medidas foi o *Standard-speech (Speech-std 1) – Carrot passage*.

- Processo de validação dos AASI

- Instrumento de Avaliação sistemática do comportamento auditivo (Anexo 3);

- Decibelímetro com microfone omnidirecional marca RadioShack e modelo 33-2055;

- Brinquedos: gato, vaca, cachorro, carro, escorregador, bola, banheira e dois bonecos.

3.5 Procedimentos

3.5.1 Processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora

Os procedimentos para seleção da amplificação estão de acordo o manual de boas práticas proposto pela DSL*m*[i/o]⁵.

O modelo do aparelho de amplificação (tipo e características) foi selecionado de acordo com o grau e a configuração da perda auditiva (limiares auditivos estabelecidos no diagnóstico audiológico) junto às características de cada bebê. Assim como a determinação do ganho acústico, saídas e saída máxima (55, 65, 75 e 90 dB NPS), por meio da regra prescritiva DSL*m*[i/o]v5.

⁵ <http://www.dslio.com>

Determinação dos limiares auditivos para programação dos AASI

Os limiares auditivos utilizados na programação (LP) dos aparelhos foram determinados a partir da avaliação audiológica, conforme o protocolo estabelecido pela equipe da instituição. Já os limiares utilizados na análise foram: 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Quando a resposta para as frequências eram ausentes até o limite dos equipamentos, o valor considerado foi o registrado no *software* Noah® para programação dos AASI, que, em geral, utiliza os valores máximos do audiômetro AC-33 da *Interacoustics*, a saber: para a frequência 250 Hz, o máximo do equipamento é 105 dB; para 500 Hz, 110 dB; para 1000, 2000 e 4000 Hz, 120dB. Para as orelhas em que a frequência 250 Hz não foi registrada, o limiar 250 Hz foi considerado igual à frequência 500Hz.

Medida do RECD – *Real-ear coupler difference*

Realizada no equipamento Verifit®Audioscan com fones de inserção (Campos, 2006), no momento em que os moldes auriculares foram entregues ao paciente.

Durante o teste, o bebê, permaneceu sentado no colo de um adulto (pais ou responsável) mantendo-se tranquilo durante as medidas, ou em sono leve, pois movimentações, choro, vocalizações, posicionamento podem comprometer a validade do procedimento (Sinclair et al., 1996; Scollie e Seewald, 2001).

Na medida do RECD, o posicionamento da sonda foi mantido constante em profundidade de 4mm a 5mm além da ponta do molde do bebê, como sugerido em estudo realizado por Beauchaine (2001).

A cada troca de molde que se fez necessária durante o processo de seleção de AASI ou do acompanhamento audiológico, as medidas de RECD foram refeitas com os novos moldes.

Quando não foi possível realizar a medida RECD nas duas orelhas, a medida RECD realizada em uma orelha foi usada para as duas orelhas e, quando não foi possível realizar em nenhuma das orelhas, valores preditos pelo equipamento Verifit®Audioscan foram usados como sugeriu Bagatto et al. (2010).

Regra Prescritiva: ganho e saída máxima

A partir do estabelecimento dos limiares auditivos de acordo com o protocolo de diagnóstico audiológico utilizado no CeAC e da obtenção das medidas de RECD em cada orelha, foram calculados os valores de saídas e saída máxima com quatro diferentes intensidades de entrada (55, 65, 75 e 90dB NPS) utilizando a regra prescritiva $DSLm [i/o]v5$ (*Desired Sensation Level*) pelo equipamento Verifit®Audioscan.

Verificação dos aparelhos de amplificação sonora

Depois de programados os AASI, de acordo com o predito pela regra $DSLm[i/o]v5$, os mesmos foram verificados no acoplador de 2cc do equipamento Verifit®Audioscan para análise da performance eletroacústica dos aparelhos e para constatar se os valores gerados estavam de acordo com os prescritos para as diferentes intensidades de entradas (55, 65, 75 e 90dB NPS).

Na verificação foram utilizados os estímulos de fala *SpeechStandard* (1) – *Carrot passage* - para entradas de 55, 65 e 75 dB NPS e *tone normal* para análise da saída máxima (entrada de 90 dB NPS) como sugerido pelo manual do equipamento Verifit®Audioscan (Audioscan, 2010).

Obtenção dos valores SII

No equipamento Verifit®Audioscan foram realizadas medidas de verificação para sons de fala de (55, 65 e 75dB NPS) e para saída máxima MPO (90dB NPS). Para a determinação dos valores semelhantes entre as características eletroacústicas de ganho e saída prescritas no *software* $DSLm[i/o]v5$ e os valores encontrados nos AASI, foi utilizada a diferença de 3dB positivos ou negativos. Scollie (2007) referiu que ultrapassar esses valores pode significar uma super ou uma subamplificação.

Foram analisados os valores de SII para estímulo de fala de 75, 65 e 55dB NPS e o SII não amplificado, os quais foram chamados de SII 75, SII65, SII 55 e SII não amplificado, respectivamente.

Para a obtenção dos valores de SII para os estudos um, dois e três, quando os aparelhos possuíam o recurso de compressão ou transposição

de frequências⁶, este foi desativado.

No estudo quatro, os valores de SII foram obtidos também com o recurso de compressão de frequência ativado. A verificação da adequação da compressão de frequência para cada caso seguiu os parâmetros sugeridos por Glista e Scollie (2009).

3.5.2 Processo de validação dos aparelhos de amplificação sonora

3.5.2.1 Avaliação do comportamento auditivo em relação a sons de fala

Foi utilizada a Avaliação sistemática do comportamento auditivo (anexo 3), instrumento elaborado para o projeto sobre o processo de seleção e validação de aparelhos de amplificação sonora do qual esta tese faz parte, a partir do instrumento de avaliação da percepção de fala e desenvolvimento de linguagem elaborado por Versolato-Cavanaugh, 2010⁷.

A descrição do instrumento está detalhada no item 7.2.3. do estudo quatro (Capítulo 7).

3.5.2.2 Avaliação do desenvolvimento auditivo

Para a avaliação do desenvolvimento auditivo foi utilizado o Questionário Auditivo LittLEARS (Anexo 4), cujo objetivo é avaliar o desenvolvimento auditivo em crianças usuárias de AASI ou IC com até dois anos de idade auditiva. Esse instrumento foi especialmente desenvolvido e validado por Coninx et al. (2009), para avaliar o comportamento auditivo na fase pré-lingual do desenvolvimento de crianças abaixo de três anos de idade. Estruturado em 35 questões de respostas “sim” ou “não” organizadas em ordem evolutiva do desenvolvimento do comportamento auditivo, reflete marcos importantes no desenvolvimento pré-lingual. Foi traduzido pela Med-

⁶ Transposição de frequências: transpor sons inaudíveis em frequências altas para uma zona frequencial baixa. Compressão de frequências: comprimir a largura de banda de frequências de saída do sinal em uma proporção específica em que haja audibilidade (Glista et al, 2009).

⁷ Projeto doutorado: Intervenção precoce na deficiência auditiva: repercussões no desenvolvimento de habilidades auditivas, percepção e produção de fala. Informações do projeto disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/112816/intervencao-precoce-deficiencia-auditiva-repercussoes/> [acessado em 2 de fevereiro de 2013]

el Brasil e está em processo de validação e adaptação para famílias brasileiras por Leandro e Novaes (2012)⁸.

Detalhes sobre a aplicação estão descritos no estudo quatro (Capítulo 7) desta tese.

3.5.2.3 Outros Procedimentos

- Obtenção de dados audiológicos nos prontuários;
- Obtenção de dados demográficos: Foi aplicado o Critério de Classificação Econômica Brasil da ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – baseado no levantamento de dados socioeconômicos 2010 – IBOPE (Anexo 5), na época da realização desta pesquisa.

3.6 Análise de dados

Os procedimentos de análise de dados utilizados nesta tese estão descritos separadamente em cada estudo nos itens 4.2.5 do capítulo 4, 5.2.5 do capítulo 5, 6.2.5 do capítulo 6 e 7.2.5 do capítulo 7.

⁸ material ainda não publicado.

4. Estudo 1

Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL_m[i/o]

4.1 Introdução

O processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora (AASI) em bebês e crianças pequenas é composto por etapas sequenciais e integradas (Seewald et al., 1999; Bagatto e Scollie, 2011), a saber: definição dos limiares auditivos, seleção das características eletroacústicas da amplificação e verificação da amplificação e, por último, validação.

Essas etapas, bem conhecidas pelos profissionais da área, estão sistematicamente descritas nos protocolos de boas práticas em audiologia pediátrica que temos disponíveis (American Academy of Audiology, 2003; Bagatto et al., 2005 e 2010).

O principal objetivo do processo de seleção de AASI em bebês e crianças com perda auditiva é dar audibilidade para sons de fala e, assim, propiciar o desenvolvimento da linguagem oral (Seewald et al., 2005; Bagatto et al., 2010).

Como vimos, é na terceira etapa do processo de seleção de AASI que se verifica a adequação da amplificação de acordo com a regra prescritiva escolhida. Estudos mostram que existem grandes diferenças entre os *softwares* dos fabricantes de aparelhos de amplificação sonora. Consequentemente, para a mesma perda auditiva, diferentes valores de ganho e saída são calculados, o que confirma a necessidade dessa etapa de verificação dos aparelhos (Seewald et al., 2008; Rezende, Figueiredo e Novaes, 2012).

Avaliar a audibilidade do sinal de fala no processo de seleção de AASI é importante, para assegurar que bebês e crianças com deficiência auditiva tenham acesso aos sons de fala com qualidade e sem desconforto. No entanto, bebês e crianças pequenas ainda não são aptos para os testes de reconhecimento de fala tradicionais e outros métodos de validação utilizados em pacientes adultos e crianças maiores. Os fonoaudiólogos

precisam, então, basear-se em medidas e procedimentos objetivos, obtidos a partir da etapa de verificação de aparelhos de amplificação sonora, para estimar a audibilidade para sons de fala.

Uma dessas medidas é o Índice de Inteligibilidade de Fala - *Speech Intelligibility Index* (SII) -, que determina a proporção de informações de fala audível e útil para o ouvinte, com alta correlação com a inteligibilidade de fala (ANSI, 1997 [2012]). Surgido da revisão feita em 1997 da ANSI S3.5-1969, o SII substituiu o mais conhecido Índice de Articulação -*Articulation Index* (AI)-, que, até o final da década de 80, não era muito utilizado clinicamente, devido à complexidade do cálculo.

O avanço da tecnologia viabilizou a utilização clínica do SII, na medida em que os equipamentos de verificação de AASI (Verifit®Audioscan, Interacoustics Affinity®) dispõem do cálculo automático durante o procedimento de verificação (Bagatto, Moodie e Scollie, 2010). Ou o SII pode ser determinado com o uso de *software* desenvolvido por pesquisadores da *Acoustical Society of America* (ASA), que está disponível para download no site <http://www.sii.to>.

O SII é calculado a partir do espectro do sinal de fala, do espectro do ruído e do limiar auditivo do sujeito. Os sinais de fala e ruído são filtrados em bandas de frequências. Dentro de cada faixa de frequências, o fator de audibilidade é derivado da relação sinal-ruído, indicando o grau em que o sinal de fala é audível. Um valor de SII igual a zero significa que nenhum som de fala está audível, enquanto um resultado de 100% significa que todas informações de fala estão disponíveis (ANSI S3.5 – 1997 [R2012]).

O uso do SII é mais frequente na clínica audiológica, enquanto ferramenta de auxílio na verificação alvo-saída para estímulo de fala em diferentes intensidades, tanto como estratégia para orientação a famílias, como enquanto medida preditora de audibilidade para sons de fala em diferentes tipos de ambiente sonoro (Mueller e Hall, 1998; Davidson e Skinner, 2006; Bagatto, Moodie e Scollie, 2010).

Na descrição da regra prescritiva DSL_m[i/o] v5 e na apresentação dos primeiros resultados da aplicação da regra, Scollie (2007) expôs alguns resultados sobre a análise dos valores de SII amplificado, comparados à

média dos limiares auditivos nas frequências de 2000 a 6000 Hz, utilizando o equipamento Verifit®Audioscan. A autora concluiu que os valores de SII estão diretamente relacionados à média dos limiares auditivos analisados: conforme a média dos limiares aumentam, o SII diminui e vice-versa. Em geral, os valores de SII são melhores que 60% para perdas até 75dB NA. Para perdas piores que 80dB NA, os valores de SII podem variar de 20 a 60%, dependendo da configuração da perda, do nível do sinal de teste e da diferença alvo-saída.

Outros estudos buscam relacionar os valores de SII diretamente com o desenvolvimento de linguagem e com os escores de reconhecimento de fala em crianças. Bass-Ringdahl (2010) referiu que bebês com menos de 35% de SII não desenvolvem balbúcio canônico. Scollie (2008) e McCreery (2011) referiram cuidado em relacionar o SII diretamente com os escores de reconhecimento de fala em crianças. Em geral, as crianças precisam de mais audibilidade para alcançarem os mesmos escores de reconhecimento de fala que os adultos, em razão de estarem em fase de desenvolvimento de linguagem e terem menos domínio da linguagem oral. Portanto, a relação SII e reconhecimento de fala não deve ser direta. O SII é uma medida objetiva relacionada unicamente à audição, enquanto os testes de reconhecimento de fala envolvem outras variáveis ligadas às características do material de fala e da fase de desenvolvimento de cada criança, juntamente com suas características individuais.

Sherbecoe e Studebaker (2002 e 2003) e Gustafson e Pittman (2011) em estudos realizados com o objetivo de investigar a relação entre os valores de SII com os escores de reconhecimento de fala para diferentes materiais de teste, com determinadas características de frequências, concluíram que a função de importância de frequência (FIF) prevista pela ANSI S3.5 -1997 [R 2012] para seis tipos de materiais de fala, precisa também ser estabelecida para outros tipos de materiais de teste, para que os escores de reconhecimento de fala possam ser relacionados com os valores de SII.

Tais resultados indicam que, além do grau da perda auditiva, a configuração audiométrica é fundamental para traçar prognóstico de audibilidade e inteligibilidade de fala.

Portanto, para as análises comparativas entre valores de SII amplificados e perda auditiva, parece que considerar apenas o grau obtido por média de algumas frequências não reflete adequadamente a relação entre SII amplificado e características audiológicas.

Tendo em vista as aplicações do SII e o auxílio que esse índice oferece no processo de seleção de AASI, este estudo visa realizar uma análise comparativa entre valores de SII para a entrada de 65dB NPS gerado na verificação dos aparelhos de amplificação sonora programados conforme regra prescritiva DSL_m[i/o]v5, e uma proposta de classificação de indivíduos que considere a dinâmica da relação entre grau e configuração de perdas auditivas.

4.2 Método

4.2.1 Local da pesquisa e Preceitos éticos

Este estudo foi realizado no Centro Audição na Criança (CeAC), ligado à Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/ PUC-SP, ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia/ Linha de Pesquisa Audição na Criança, da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP. Trata-se de um serviço de alta complexidade credenciado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), que oferece atendimento a crianças com suspeita ou deficientes auditivas abaixo dos três anos de idade.

Parte de um projeto de estudo mais abrangente sobre o processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora para bebês nos primeiros anos de vida, este projeto seguiu os preceitos estabelecidos no código de ética para pesquisa com seres humanos, e foi aprovado pelo comitê de ética da PUC- SP, conforme protocolo de pesquisa nº 337/2010.

4.2.2 Sujeitos da pesquisa

O estudo contou com 41 pacientes, com idades entre quatro e 80 meses, com diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural de qualquer grau e configuração, que participaram do processo de seleção de aparelho de amplificação sonora durante o ano de 2011, totalizando 78 orelhas para análise. Desse total foram excluídas duas orelhas de sujeitos usuários de implante coclear e duas orelhas de dois sujeitos com anacusia. Para todas as crianças foram indicados aparelhos de amplificação sonora não-lineares.

4.2.3 Material

- Para verificação dos AASI:

Equipamento modelo Verifit da marca Audioscan (Verifit®Audioscan).

Trata-se de um analisador de aparelhos de amplificação sonora que verifica o desempenho eletroacústico dos AASI em acoplador 2cc e mensurações com microfone sonda.

Para as medidas de verificação em acoplador ou *in situ*, a partir das curvas de respostas dos AASI, em função das frequências obtidas com um sinal de entrada de fala, o equipamento calcula valores de SII em porcentagem, para uma entrada de 65dB NPS sem amplificação, e, com amplificação, para diferentes entradas de estímulo de fala, nas intensidades de 40 a 75dB NPS. O cálculo realizado pelo equipamento usa o método de 1/3 de oitava de frequências descrito pela ANSI S3.5-1997 sem considerar a banda de frequências de 160 Hz e sem ruídos mascarantes, ou seja, o equipamento calcula o SII para um ambiente ideal de escuta (Audioscan, 2010).

Os valores de SII são representados em uma escala de zero a 100%, em que zero significa nenhuma audibilidade e 100, audibilidade para todos os sons de fala.

O estímulo usado para a verificação dos AASI em todas as medidas foi o *Standard-speech (Speech-std 1) – Carrot passage*.

- Para programação dos AASI:

Programa NOAH System 3.0 com *softwares* dos fabricantes de AASI e a interface de programação Hi-Pro USB.

4.2.4 Procedimentos

4.2.4.1 Determinação dos limiares auditivos para análise

Os limiares auditivos utilizados na programação (LP) dos aparelhos foram determinados a partir da avaliação audiológica, conforme o protocolo estabelecido pela equipe da instituição. Já os limiares utilizados na análise foram: 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Quando a resposta para as frequências eram ausentes até o limite dos equipamentos, o valor considerado foi o registrado no *software* Noah® para programação dos AASI, que, em geral, utiliza os valores máximos do audiômetro AC-33 da *Interacoustics*, a saber: para a frequência 250 Hz, o máximo do equipamento é 105 dB; para 500 Hz, 110 dB; para 1000, 2000 e 4000 Hz, 120dB. Para as orelhas em que a frequência 250 Hz não foi registrada, o limiar 250 Hz foi considerado igual à frequência 500Hz.

4.2.4.2 Obtenção de valores SII

A partir dos limiares estabelecidos no processo diagnóstico, foram selecionados e programados aparelhos de amplificação sonora, a partir da regra prescritiva DSL_m[i/o]v5. Foram realizadas medidas RECD com os moldes auriculares. Quando isso não foi possível, utilizaram-se os valores preditos pelo equipamento Verifit®Audioscan.

Com limiares auditivos e RECD (medido ou predito), os AASI foram programados por meio do *software* das respectivas empresas dos aparelhos. Recursos como compressão ou transposição de frequências⁹, quando disponíveis para o modelo de AASI, foram desativados.

No equipamento, Verifit®Audioscan, foram realizadas medidas de

⁹ Transposição de frequências: transpor sons inaudíveis em frequências altas para uma zona frequencial baixa. Compressão de frequências: comprimir a largura de banda de frequências de saída do sinal em uma proporção específica em que haja audibilidade (Glista et al, 2009).

verificação para sons de fala de 55, 65 e 75dB NPS e para saída máxima MPO (90dB NPS). Para a determinação dos valores semelhantes entre as características eletroacústicas de ganho e saída prescritas no *software* DSL_{m[i/o]}v5 e os valores encontrados nos AASI, foi utilizada a diferença de 3dB positivos ou negativos. Scollie (2007) referiu que ultrapassar esses valores pode significar super ou subamplificação. Para este estudo, foram analisados apenas os valores de SII para estímulo de fala de 65 dB NPS. Portanto, a partir deste ponto, usaremos apenas a sigla SII 65, em referência aos valores de SII 65dB NPS aqui estudados.

No processo de verificação dos AASI, foram obtidos os valores de SII 65 para cada orelha estudada, totalizando 78 valores de SII 65.

4.2.5 Análise de dados

4.2.5.1 Determinação de algoritmo com sensibilidade para agrupamentos por limiar auditivo e configuração da perda auditiva

A técnica de análise de agrupamentos (Johnson e Wichern, 1992) foi aplicada com o objetivo de formar grupos de indivíduos homogêneos internamente quanto aos limiares auditivos nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, e heterogêneos entre si. O método adotado foi o das k-médias. A técnica foi aplicada considerando de dois a sete grupos. Em cada agrupamento, foi calculada a soma de quadrados dentro dos grupos, que é uma medida de heterogeneidade interna dos grupos: quanto maior a soma de quadrados, menos homogêneos são os grupos; quanto maior o número de grupos, menor a soma de quadrados. Com base nessa soma, foi obtido o número ideal de grupos. Estes foram, então, caracterizados quanto ao limiar auditivo nas diferentes frequências, quanto ao grau da perda auditiva e quanto aos valores de SII 65.

Com o objetivo de obter uma regra que permita classificar um novo indivíduo em um dos grupos, foi aplicada a técnica de Análise de Discriminante. No cálculo das porcentagens de indivíduos da amostra classificados corretamente foi utilizado o método de validação cruzada. (Johnson e Wichern, 1992).

4.2.5.2 Relações entre SII 65, média dos limiares auditivos e limiares auditivos nas frequências estudadas

O coeficiente de correlação de Pearson (Fisher e Van Belle, 1993) foi considerado como medida de correlação entre variáveis: valores de SII, limiares auditivos e médias dos limiares auditivos das frequências estudadas.

No ajuste do modelo de regressão, com o objetivo de descrever a relação entre o SII e os limiares nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz foi adotado o procedimento de seleção de variáveis *forward* (Neter et al., 2005).

4.2.5.3 Determinação de Intervalos de valores de SII 65 para prognóstico de audibilidade de sons de fala

A partir da análise de agrupamento e das análises de relações entre SII 65 e limiares auditivos, estabeleceu-se o primeiro intervalo de valores de SII 65 (Int_{SII}) diferenciando os grupos.

Para estabelecer os outros intervalos (Int_{SII}), determinou-se o valor que maximiza simultaneamente as porcentagens de classificação correta entre os grupos, a partir de valores e da relação entre sensibilidade e especificidade¹⁰ que geram uma curva ROC¹¹ (Park et al, 2004), permitindo estudar a variação de sensibilidade e especificidade e estabelecendo um valor de corte.

A partir daí, os termos “sensibilidade” e “especificidade” deram lugar à expressão “probabilidade de classificar uma determinada orelha em determinado grupo”, confirmando que, realmente, essa orelha é desse grupo.

¹⁰ **Sensibilidade** é definida como a “proporção de pessoas com a doença que têm um teste positivo” e, **Especificidade** é definida como a “proporção de indivíduos sem a doença que têm um teste negativo” (Fletcher e Fletcher, 2006 p.61).

¹¹ **Curva ROC** é comumente usada em pesquisas médicas para “descrever o como e o quanto uma variável contínua ou categórica ordinal é capaz de classificar materiais ou indivíduos em grupos definidos” (Martinez, Louzada-Neto e Pereira, 2003 p.8) .

4.3 Resultados

4.3.1 Formação dos grupos, análise do grau da perda auditiva por grupo e análise discriminante.

Formação dos Grupos

Na Figura 1 estão representados os valores da soma de quadrados em função do número de grupos. Nota-se que o valor da soma de quadrados decresce, à medida que o número de grupos aumenta. A partir de cinco grupos, o valor da soma de quadrados tende a estabilizar, indicando que o número ideal de grupos é cinco, pois a partir desse número pouco se ganha em relação à homogeneidade interna dos grupos.

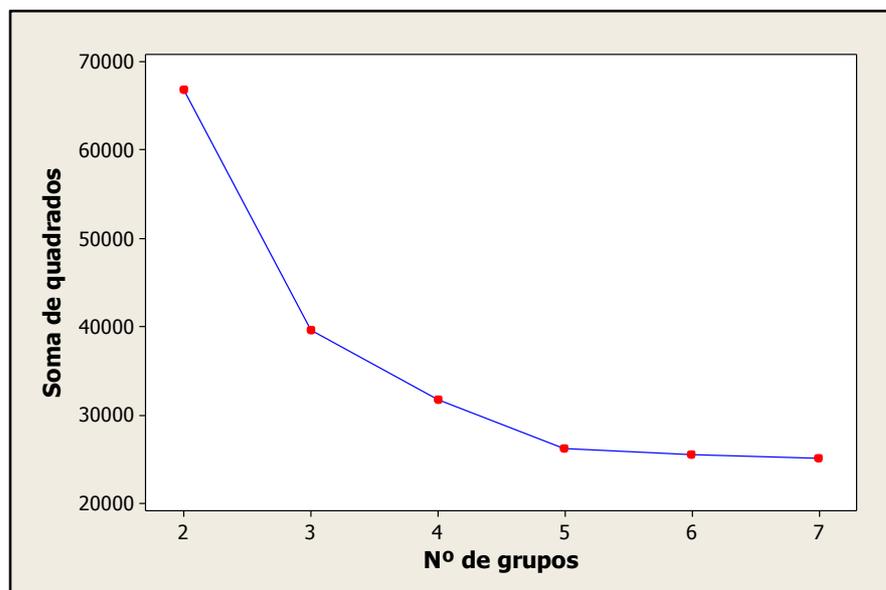


Figura 1 – Gráfico da soma de quadrados em função do número de grupos formados na análise de agrupamentos

Os perfis individuais dos limiares auditivos em cada grupo nas frequências analisadas (250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz) estão representados na Figura 2.

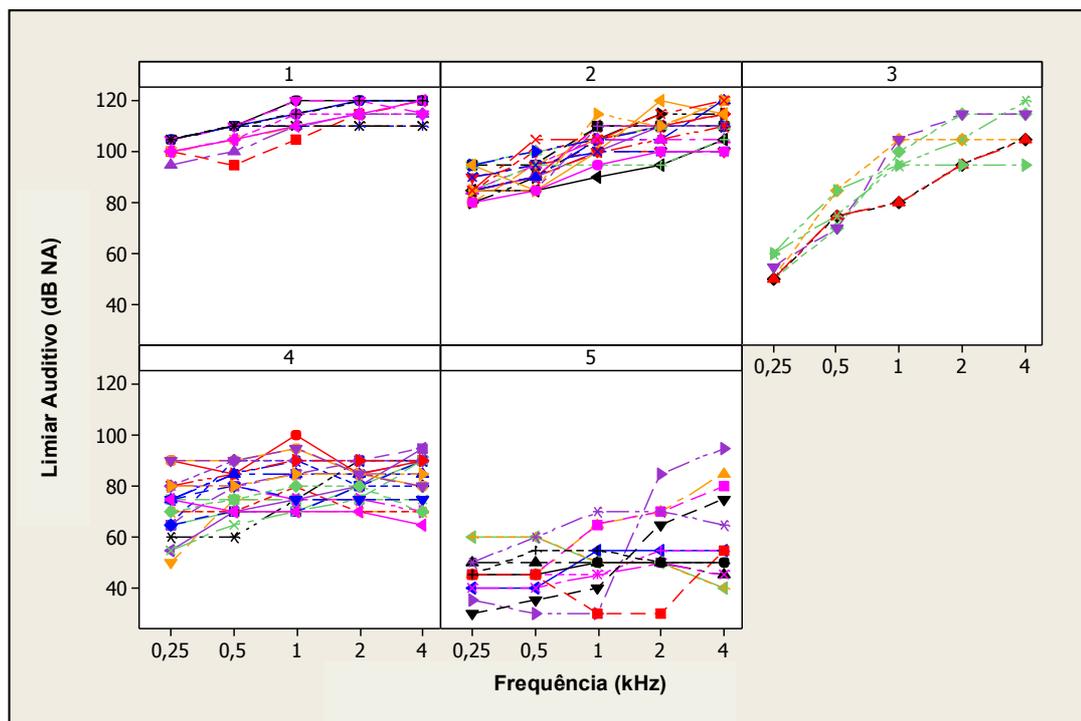


Figura 2 - Curvas individuais dos limiares auditivos (dB NA) em função da frequência (kHz) por grupos (Gr1, Gr2, Gr3, Gr4 e Gr5)

Análise do grau da perda auditiva por grupo

Para classificar o grau da perda auditiva, foi realizada a média das frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, conforme WHO (2007) – Anexo 6.

Na Tabela 1, são apresentadas as distribuições de frequências e porcentagens do grau da perda auditiva em cada grupo. Com isso, é possível caracterizar os grupos formados na análise de agrupamentos quanto ao grau da perda auditiva. Nota-se que no grupo cinco (Gr5), composto por 14 orelhas, três têm perda auditiva de grau severo e as outras 11 têm grau moderado. O grupo quatro - Gr4 - (24 orelhas) está dividido em grau severo (13 orelhas) e grau profundo (11 orelhas), enquanto que nos grupos um - Gr1 - (11 orelhas), dois - Gr2 - (22 orelhas) e três - Gr3 - (sete orelhas), todas têm perda auditiva de grau profundo.

Observa-se que o que diferencia Gr1, Gr2 e Gr3 é a configuração da curva audiométrica. O Gr1 apresenta orelhas com configuração horizontal, o Gr2 é composto por curvas audiométricas descendentes leve e o Gr3

apresenta curvas descendentes acentuadas ou em rampa com diferenças de 15dB ou mais entre pelo menos duas oitavas, segundo a classificação da perda auditiva de acordo com a configuração audiométrica proposta por Silman e Silverman (1997) – Anexo 7.

Tabela 1 – Distribuições de frequências e porcentagens do grau da perda auditiva em cada grupo (n=78)

Grupos	Grau da Perda auditiva							
	Moderado		Severo		Profundo		Total	
	n	%	n	%	n	%	N	%
Gr1	0	0	0	0	11	100	11	14,1
Gr2	0	0	0	0	22	100	22	28,2
Gr3	0	0	0	0	7	100	7	8,9
Gr4	0	0	13	54,1	11	45,9	24	30,8
Gr5	11	78,6	3	21,4	0	0	14	17,9
Total	11	14,1	16	20,5	51	65,4	78	100

As estatísticas descritivas para o limiar auditivo nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por grupo formado estão no Anexo 8.

Análise discriminante

O objetivo desta parte da análise é obter regras de classificação de um novo indivíduo em um dos cinco grupos obtidos na análise de agrupamentos, com base nos limiares auditivos, nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

A técnica de análise de discriminante fornece, para cada grupo, uma função dos limiares nessas frequências, denominada função discriminante. Conhecidos os valores dos limiares de um indivíduo nessas frequências, é possível calcular, em cada grupo, os valores correspondentes das funções discriminantes, denominados escores discriminantes. O indivíduo é classificado no grupo no qual obteve maior escore.

As funções discriminantes obtidas foram:

Grupo 1: $-242,9 + 1,1 \times LP_{0,25} + 1,9 \times LP_{0,5} - 0,5 \times LP_1 + 0,8 \times LP_2 + 1,2 \times LP_4$;

Grupo 2: $-195,3 + 0,9 \times LP_{0,25} + 1,6 \times LP_{0,5} - 0,4 \times LP_1 + 0,7 \times LP_2 + 1,1 \times LP_4$;

Grupo 3: $-148,4 + 0,2 \times LP_{0,25} + 1,6 \times LP_{0,5} - 0,2 \times LP_1 + 0,8 \times LP_2 + 0,9 \times LP_4$;

Grupo 4: $-124,7 + 0,7 \times LP_{0,25} + 1,4 \times LP_{0,5} - 0,3 \times LP_1 + 0,5 \times LP_2 + 0,9 \times LP_4$;

Grupo 5: $-54,4 + 0,5 \times LP_{0,25} + 0,9 \times LP_{0,5} - 0,3 \times LP_1 + 0,4 \times LP_2 + 0,6 \times LP_4$;

onde LP 0,25, LP 0,50, LP 1, LP 2 e LP 4 são os limiares auditivos nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente.

Cada orelha da amostra foi classificada por meio das funções acima, obtendo-se a matriz de classificação apresentada na Tabela 2. Nota-se que quatro orelhas do Gr2 foram classificadas no Gr1, e duas do Gr4 foram classificadas no Gr3. As demais orelhas foram classificadas nos grupos a que pertencem. A porcentagem total de classificações corretas foi 92%. Essa porcentagem alta é mais um indicativo de que o número de grupos considerado neste estudo está adequado.

Tabela 2 - Matriz de classificação obtida na análise discriminante com os limiares auditivos nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (n=78)

Grupo em que é classificado	Grupo a que pertence				
	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5
Gr1	11	4	0	0	0
Gr2	0	18	0	0	0
Gr3	0	0	7	2	0
Gr4	0	0	0	22	0
Gr5	0	0	0	0	14
N	11	22	7	24	14
Nº de classificações corretas	11	18	7	22	14
Proporção de classificações corretas	1	0,8	1	0,9	1

4.3.2 Relações entre SII 65, limiares auditivos nas frequências estudadas e médias dos limiares auditivos em diferentes frequências por grupos gerados na análise agrupamento

Relação entre SII 65 e limiares auditivos por frequências

Para estudar a relação entre os valores de SII 65 e os limiares auditivos em cada frequência foram calculados os valores do coeficiente de correlação de Pearson. Pode-se observar que o limiar na frequência 2000 Hz tem maior correlação com o SII. Nota-se também que há forte correlação entre os limiares nas diferentes frequências estudadas (Figura 3).

Na Figura 3 também pode-se observar o comportamento conjunto do SII 65 e o limiar nas diferentes frequências.

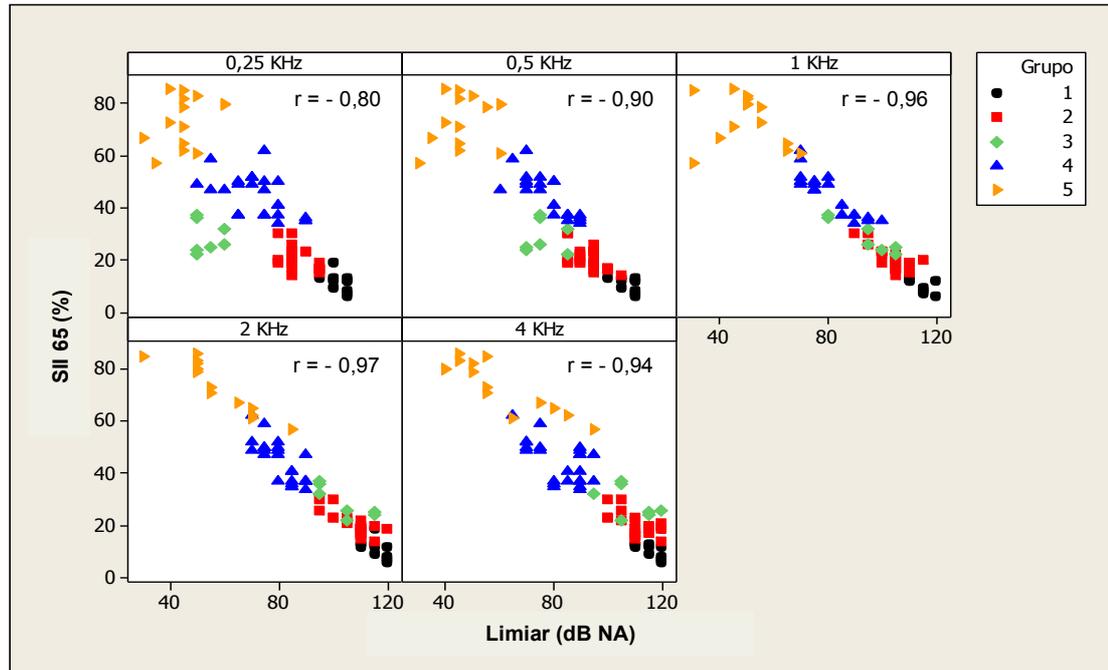


Figura 3 – Diagrama de Dispersão do SII 65 e o limiar nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz ($p < 0,001$)

Foi ajustado um modelo de regressão com SII 65 como variável resposta e os limiares nas diferentes frequências como variáveis explicativas (Neter et al, 2005). No ajuste do modelo foi utilizado o método de seleção de variáveis “*forward*”. Em cada passo deste método uma variável explicativa foi adicionada ao modelo. No primeiro passo foi adicionada a variável mais correlacionada com o SII 65 (limiar em 2000 Hz). A segunda variável a entrar no modelo foi aquela que teve maior contribuição adicional à primeira para explicar a variável resposta. O procedimento prosseguiu até que nenhuma variável explicativa tivesse contribuição significativa adicional às presentes no modelo para explicar a variável resposta.

Um resumo dos resultados obtidos em cada passo foi apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo dos resultados obtidos no ajuste do modelo de regressão com SII 65 como variável resposta e os limiars nas diferentes frequências como variáveis explicativas

Passo		Coefficiente	Erro padrão	p	VIF	R ²	Mudança no R ²
1	Constante	125,88	2,53	<0,001		0,945	0,945
	LP2KHz	-0,98	0,03	<0,001	1		
2	Constante	130,35	1,59	<0,001		0,980	0,035
	LP2KHz	-0,71	0,03	<0,001	3,0		
	LP05KHz	-0,36	0,03	<0,001	3,0		
3	Constante	131,53	1,37	<0,001		0,986	0,006
	LP2KHz	-0,42	0,06	<0,001	18,3		
	LP05KHz	-0,40	0,03	<0,001	3,2		
	LP4KHz	-0,27	0,05	<0,001	13,5		
4	Constante	130,77	1,35	<0,001		0,987	0,001
	LP2KHz	-0,33	0,07	<0,001	24,3		
	LP05KHz	-0,32	0,04	<0,001	6,9		
	LP4KHz	-0,28	0,05	<0,001	13,7		
	LP1KHz	-0,14	0,05	0,008	15,2		

Nota-se que, no primeiro passo foi selecionado o limiar em 2000 Hz. No segundo, o limiar em 500 Hz foi adicionado ao modelo. No terceiro, foi adicionado o limiar em 4000Hz e no quarto o limiar em 1000 Hz. Todos esses limiars têm contribuição significativa para explicar o SII 65. O limiar em 250 Hz não tem contribuição adicional significativa para explicar o SII 65 ($p=0,966$).

Pode-se observar também que, a partir do terceiro passo, ocorrem valores de VIF – *variance inflation factor* (Neter et al., 2005) maiores que 10, indicando que a forte correlação entre as variáveis explicativas podem estar influenciando os resultados obtidos. Nota-se também que o acréscimo no R² a partir do terceiro passo é pequeno. Assim, pode-se considerar como modelo final o modelo ajustado no segundo passo dado por:

$$\text{SII 65 ajustado} = 130,35 - 0,71 \text{ Limiar 2 kHz} - 0,36 \text{ Limiar 0,5 kHz}$$

Essa equação pode ser utilizada para prever o valor do SII 65, a partir dos limiars nas frequências 500 e 2000 Hz.

Relação entre SII 65 e médias dos limiars auditivos por grupo e grau de perda auditiva

Considerando os valores individuais do SII 65, foram analisados os valores de coeficiente de correlação de Pearson entre as duas variáveis:

para a média de 500, 1000 e 2000 Hz, foi encontrado o valor de -0,98 ($p < 0,001$); para a média de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, o valor de -0,99 ($p < 0,001$); e o valor de -0,98 ($p < 0,001$) para a média das frequências, incluindo a frequência de 250 Hz.

Esses valores indicam a existência de relação linear quase perfeita entre SII 65 e as três médias dos limiares auditivos. A correlação negativa indica que, quanto maior a média dos limiares auditivos, menor o valor do SII65.

Um diagrama de dispersão foi construído para a observação do comportamento do SII 65 em relação à média dos limiares de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (Figura 4). Essa média foi escolhida por apresentar maior linearidade e devido ao fato da frequência 250 Hz poder ser excluída da análise, por não trazer contribuição adicional significativa para explicar o SII 65, como pode ser observado na Figura 4.

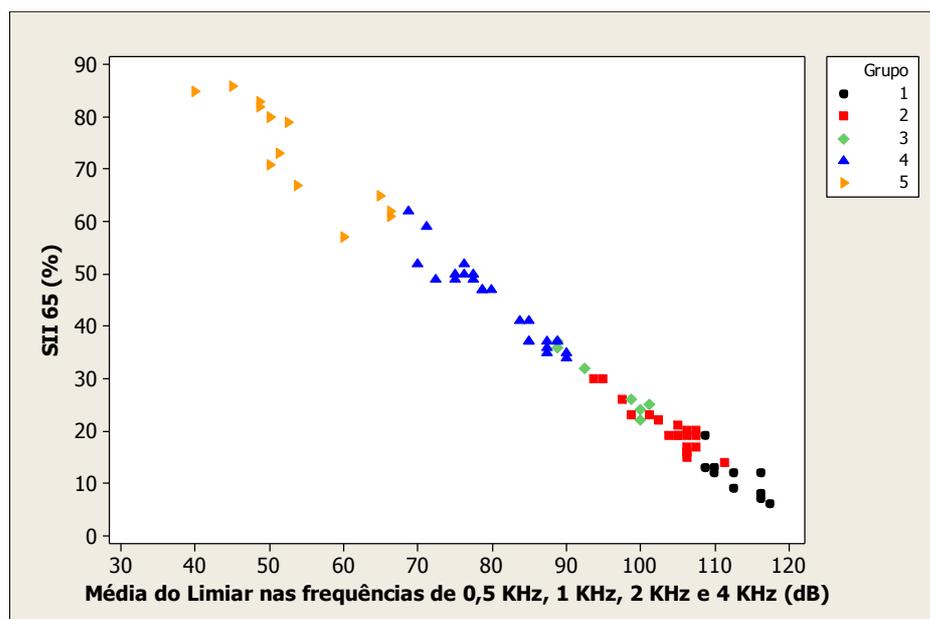


Figure 4 – Diagrama de dispersão do SII 65 e a média dos limiares auditivos nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por grupo formado na análise de agrupamentos

Nota-se que, no Gr5, foram observadas as menores médias de limiars e os maiores valores de SII 65. Embora o Gr3 não se diferencie do Gr4 quanto ao limiar médio, tende a apresentar menores valores de SII 65. Os Gr1 e Gr2 apresentam os maiores limiars médios e os menores valores de SII 65. Nota-se também que os Gr5 e Gr4 são os grupos mais heterogêneos, quando observados os valores de SII 65.

Com o objetivo de caracterizar os grupos e os graus da perda auditiva quanto aos valores de SII, calculou-se a estatística descritiva dos valores de SII 65 por grupo e por grau da perda auditiva (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4 – Estatística descritiva para os valores de SII 65 por grupo formado na análise de agrupamentos (n=78)

Grupos	N	Média	Desvio			
			Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Gr1	11	11,82	3,64	6	12	19
Gr2	22	20,45	4,27	14	19,5	30
Gr3	7	28,86	6,07	22	26	37
Gr4	24	44,58	7,99	34	47	62
Gr5	14	73,64	9,79	57	76	86

Tabela 5 – Estatísticas descritiva para os valores de SII 65 por grau da perda auditiva, segundo WHO (2007) (n=78)

Grau	N	Média	Desvio			
			Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
Moderado	11	76,64	8,82	57	80	86
Severo	16	53,18	6,27	47	50	65
Profundo	51	23,20	9,83	6	22	41

A partir da formação dos cinco grupos, por meio da análise de agrupamento, foi realizada uma análise comparativa entre os valores de SII 65 obtidos na verificação dos aparelhos de amplificação sonora e as características da perda auditiva (grau e configuração).

O Gr1 (11 orelhas) apresentou as maiores médias dos limiars auditivos analisados, configurando um grupo apenas de perdas auditivas de grau profundo, segundo WHO (2007), com média de limiars igual ou maior que 95dB NA e configuração horizontal. Os valores de SII 65 para esse grupo não ultrapassaram o valor de 19% com média de 11,82, mediana de 12 e desvio padrão de 3,64.

O Gr2 (22 orelhas) apresentou as segundas maiores médias de limiares auditivos. É um grupo formado por perdas auditivas de grau profundo com configuração descendente leve (Figura 2), ou seja, os limiares pioram entre 5 a 10dB por oitava em direção às frequências altas. Os valores de SII 65 variaram entre 14 e 30% com média de 20,45; mediana 19,5 e desvio padrão 4,27.

O Gr3 foi composto por sete orelhas, todas de grau profundo e com curva audiométrica descendente acentuada ou em rampa. Os valores de SII 65 variaram entre 22 e 37 %, com média de 28,86, mediana de 26 e desvio padrão de 6,07.

O Gr4 foi composto por 24 orelhas, com 13 orelhas de grau severo e 11 de grau profundo com média dos limiares (500, 1000, 2000 e 4000Hz) até 90dB NA . A configuração foi predominantemente horizontal e descendente leve. Uma orelha apresentou limiar pior em 1000Hz (100dB NA), com melhora nas frequências baixas (250 e 500Hz) e nas frequências 2000 e 4000Hz. Os valores de SII 65 para esse grupo variaram entre 34 e 62%, com média 44,58, mediana 47 e desvio padrão 7,99.

No Gr5, encontram-se 14 orelhas: três com perda auditiva de grau severo, com média de limiares até 66dB NA, e as outras 11 de grau moderado. Esse foi o grupo com menores médias de limiares auditivos nas frequências analisadas. As curvas audiométricas variaram entre horizontal e descendente leve com limiares em até 2000 Hz menor ou igual a 70dB NA. Apenas uma das 14 orelhas apresentou perda auditiva de grau moderado com configuração descendente em rampa (diferença entre 1000 e 2000 Hz de 55dB). Essa mesma orelha também apresentou o menor valor de SII 65 neste grupo - 57% -, que variou até 86%, com média 73,64, mediana 76 e desvio padrão 9,79.

Observa-se que, no diagrama de dispersão (Figura 4) e nas estatísticas descritivas dos valores de SII 65 por grupo (Tabela 4), os Gr4 e Gr5 se diferenciam dos Gr1, Gr2 e Gr3 quanto aos resultados da análise descritiva dos valores do SII 65, pois apresentam maiores valores de desvio padrão. Quanto maior a classificação do grupo (um a cinco) maior o desvio padrão dos valores de SII 65. São grupos homogêneos quanto às

características audiológicas, mas heterogêneos quanto aos valores de SII 65 amplificado, principalmente para os Gr4 e Gr5.

Porém, quando os valores de SII 65 são analisados segundo o grau da perda auditiva (WHO, 2007), pôde-se observar, na Tabela 5, que os valores de desvio padrão do SII 65 não aumentam conforme o grau da perda auditiva. Isso parece estar relacionado à importância da combinação grau com a configuração da perda auditiva para a inteligibilidade de fala, e não apenas ao grau da perda auditiva isoladamente. Daí a razão para uma nova classificação.

4.3.3 Determinação de intervalos de valores de SII 65 para prognóstico de audibilidade de sons de fala

Dada a heterogeneidade encontrada nos valores de SII 65, mesmo sendo orelhas classificadas em um mesmo grupo definido por ter características audiológicas similares, buscou-se, neste estudo, estabelecer intervalos de valores de SII 65 para orientar o clínico quanto à adequação da amplificação e ao prognóstico para audibilidade de sons de fala.

A partir das análises realizadas até aqui, pôde-se observar que o valor de SII 65 de 35% separa os Gr1, Gr2 e Gr3 dos demais e que um valor próximo a 60% parece adequado para separar os Gr4 e Gr5 (Figura 4).

Para determinar formalmente o valor que maximiza simultaneamente as porcentagens de classificação correta nos Gr4 e Gr5 e determinar um valor de corte de SII 65 entre esses dois grupos, foram calculados valores de sensibilidade e especificidade¹². A partir desses valores, foi possível estabelecer o valor de corte em 55%, associado ao ponto correspondente aos maiores valores de especificidade e de sensibilidade possíveis de visualização na curva ROC (Figura 5).

O ponto correspondente aos maiores valores de probabilidade de classificação correta nos dois grupos, é representado por um quadrado. A esse ponto corresponde o valor de corte de SII 65 em 55%. A área sob a curva é 0,99. Quanto maior que 0,5, melhor o SII 65 separa os dois grupos, o que confirma o bom poder discriminatório do SII 65. As estimativas das

¹² ver página 36, último parágrafo.

probabilidades de classificação correta nos dois grupos correspondentes ao valor de corte são: 0,92 para o Gr4 e um para Gr5.

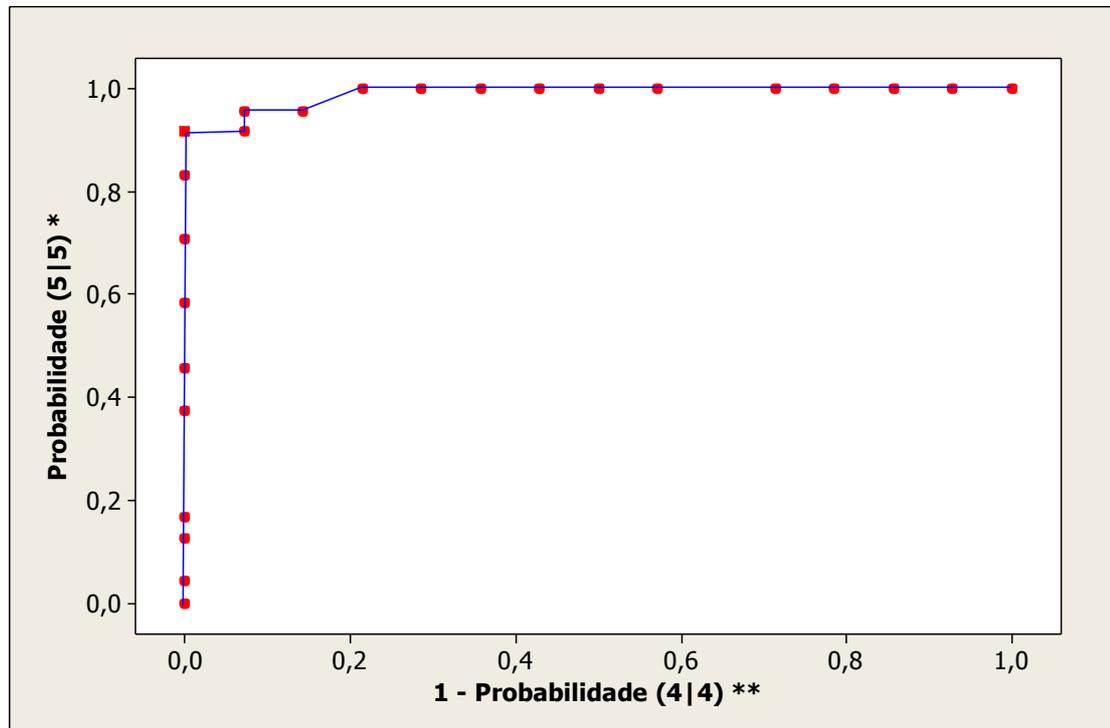


Figura 5 – Curva ROC para SII 65 dos Gr4 e Gr5

Legenda*: Probabilidade (5|5)=probabilidade de classificar no Gr5 um indivíduo que é desse grupo

** : Probabilidade (4|4)=probabilidade de classificar no Gr4 um indivíduo que é desse grupo

Portanto, os valores de SII 65 podem ser divididos em três intervalos (Int_{SII}), de 0 a 35%, de 36 a 55% e de 56 a 100%, conforme resumido abaixo (Tabela 6).

Tabela 6 – Intervalos determinados para valores de SII 65

Intervalos	SII 65 (%)
$Int_{SII \leq 35}$	até 35
$Int_{SII 36-55}$	36 a 55
$Int_{SII \geq 56}$	56 a 100

A partir dos três intervalos determinados na análise, foi construída a Tabela 7, na qual são apresentadas as frequências e porcentagens do SII 65 categorizado em cada grupo.

Tabela 7 – Distribuições de frequências e porcentagens dos intervalos de SII 65 (Int_{SII}) categorizados em cada grupo (n=78)

Grupos	Intervalos							
	$Int_{SII \leq 35}$		$Int_{SII 36-55}$		$Int_{SII \geq 56}$		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Gr1	11	100	0	0	0	0	11	14,1
Gr2	22	100	0	0	0	0	22	28,2
Gr3	5	71,4	2	28,6	0	0	7	9
Gr4	1	4,2	21	87,4	2	8,4	24	30,7
Gr5	0	0	0	0	14	100	14	18
Total	39	50	23	29,5	16	20,5	78	100

Note-se que das 24 orelhas do Gr4 (um grupo composto por 13 orelhas de grau severo e 11 orelhas de grau profundo), apenas três foram classificadas fora do $Int_{SII 36-55}$, o que o torna heterogêneo quanto aos valores de SII 65.

A Tabela 8 apresenta a relação da classificação do grau da perda auditiva, segundo WHO (2007) e os intervalos de SII 65 determinados na análise.

Tabela 8 – Distribuições de frequências e porcentagens dos intervalos de SII 65 (Int_{SII}) categorizados em grau de perda auditiva (n=78)

Grau	Intervalos							
	$Int_{SII \leq 35}$		$Int_{SII 36-55}$		$Int_{SII \geq 56}$		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Moderado	0	0	0	0	11	100	11	14,1
Severo	0	0	11	68,7	5	31,3	16	20,5
Profundo	39	76,4	12	23,6	0	0	51	65,4
Total	39	50	23	29,5	16	20,5	78	100

Observa-se que as perdas de grau severo e profundo dividem-se em dois intervalos de valores de SII 65, enquanto que as orelhas de grau moderado têm valores de SII 65 em um único intervalo ($Int_{SII \geq 56}$).

É importante analisarmos os valores de SII 65 quanto ao grau da perda auditiva, visto que, a principio, esta é a maneira tradicional de classificar o comprometimento auditivo.

4.4 Discussão

As crianças em fase de desenvolvimento de linguagem têm necessidades acústicas diferentes comparadas aos adultos e crianças mais velhas. Toda informação acústica de fala é de extrema importância para o desenvolvimento das habilidades auditivas e linguísticas. O Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) é uma medida utilizada na clínica fonoaudiológica por refletir o provável potencial de utilização da audição e assistir o clínico na orientação sobre o impacto da deficiência auditiva no desenvolvimento da linguagem.

O objetivo deste estudo foi analisar comparativamente os valores de SII 65 obtidos na verificação dos aparelhos de amplificação sonora conforme a regra prescritiva DSL m [i/o]v5 e uma proposta de classificação de indivíduos que considere a dinâmica da relação entre grau e configuração de perdas auditivas.

A análise de agrupamento, com a formação dos cinco grupos homogêneos quanto às características da perda auditiva, permitiu estudar e verificar o comportamento dos valores de SII 65 em relação a diferentes combinações de limiares e configurações de perdas auditivas.

Assim como em outros estudos (Scollie, 2007; Bass-Ringdahl, 2010; Sininger et al., 2010; McCreery, 2011) observaram-se valores de SII 65 fortemente correlacionados com as médias dos limiares auditivos. A correlação é sempre negativa, indicando que, conforme a média dos limiares aumenta, ou seja o grau da perda auditiva é maior, o valor do SII 65 diminui, indicando menor audibilidade e inteligibilidade.

Apesar das diferenças entre os estudos acima citados, sobre quais frequências foram usadas nas médias para correlação com SII 65, observamos que sempre existe uma forte correlação. Todas as frequências são importantes para a inteligibilidade de fala. A frequência 2000 Hz, quando correlacionada isoladamente com os valores de SII 65, é a que apresenta maior valor de r , indicando que, na análise das médias e configuração, essa frequência é a que mais contribui para o comportamento da variação do SII 65. Invariavelmente, os estudos citados incluem a frequência 2000 Hz nas médias para as análises desejadas. E, segundo os parâmetros dispostos

pela ANSI S3.5-1997 [R2012], quando utilizado o método de 1/3 de oitava de frequências, a banda de frequências número 12, que equivale à frequência 2000 Hz, tem a maior razão de importância (0.0898) em relação às outras 17 bandas incluídas no cálculo.

Observou-se que o valor do SII 65 diminui para orelhas do mesmo grupo, com mesmo grau, com curva audiométrica descendente

A orelha com menor valor de SII 65 no Gr5 (57%) tem configuração audiométrica descendente em rampa com diferença de 55dB entre os limiares nas frequências 1000 Hz (30dB) e 2000 Hz (85dB). Já os valores de SII 65 superiores a 57%, são de orelhas com limiares auditivos até 75dB NA na frequência 2000 Hz. Em contrapartida, as orelhas com limiar maior que 80dB NA na frequência de 2000 Hz têm valores de SII 65 até 50%.

A literatura (Bass-Ringdahl, 2010) aponta que valores de SII abaixo de 35% não favorecem o desenvolvimento do balbucio canônico, ou seja, uma inteligibilidade de até 35% não é suficiente para o desenvolvimento da produção de fala das consoantes. O estudo refere a necessidade de um nível essencial, mínimo de inteligibilidade para o desenvolvimento do balbucio.

Neste estudo, 39 orelhas (50%) tiveram os valores de SII 65 abaixo de 35%, sendo que o grupo de orelhas estudadas tem, predominantemente, média dos limiares maior que 80 dB NA, configurando um grupo de 65,4 % (51 orelhas) de grau profundo, segundo a classificação WHO (2007).

De acordo com a análise de agrupamento realizada, as 39 orelhas dividiram-se entre os Gr1, Gr2 e Gr3, caracterizados por perdas auditivas de grau profundo, com diferenças nas curvas audiométricas. Crianças com essas características auditivas são aquelas cujas famílias, já no início do processo de seleção de AASI, devem ser orientadas quanto às limitações da amplificação, quanto aos cuidados com o ambiente e a distância entre fonte sonora e microfone do AASI, quanto às abordagens educacionais e quanto às outras tecnologias disponíveis. De acordo com Mueller e Hall (1998), o SII pode e deve ser usado como uma ferramenta de orientação às famílias de crianças com deficiência auditiva. O entendimento da família em relação à deficiência de audição e a importância do tratamento, é o fator decisivo

para o uso consistente da amplificação, uma variável determinante para o desenvolvimento da criança (Moeller et al, 2009; Novaes et al, 2012).

Crianças com características audiológicas como as do Gr4 e Gr5 têm grande variabilidade nos valores de SII 65 pela regra prescritiva $DSL_{m[i/o]v5}$, apesar da homogeneidade das características audiológicas. A adequação da amplificação alvo-saída é determinante do fator inteligibilidade e uma pré-condição para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem, quando lidamos com crianças sem outros comprometimentos.

Portanto, conhecer medidas que avaliam a adequação da amplificação pediátrica na clínica fonoaudiológica, é de fundamental importância para o processo terapêutico, visando o desenvolvimento da linguagem oral.

Este estudo permitiu, por meio da caracterização audiométrica e da análise da variação do SII 65 em relação às frequências, determinar duas equações para avaliação da adequação da amplificação.

A primeira equação, resultado da análise discriminante, permite ao fonoaudiólogo determinar em qual grupo de características audiológicas o paciente se encaixa e analisar qual o intervalo de SII 65 (Int_{SII}) se espera da amplificação para o paciente. Prever o SII 65, logo após o término do diagnóstico, sem antes ter iniciado o processo de seleção propriamente dito, pode ser de grande valia para iniciar as orientações e facilitar o entendimento da família em relação à audição do filho, além de auxiliar o fonoaudiólogo nas tomadas de decisões clínicas quanto às orientações iniciais e traçar os próximos passos do processo terapêutico.

A segunda equação, resultado da análise de quais frequências trazem maior contribuição para o SII 65, permite o cálculo ajustado do valor de SII 65 que se espera da amplificação para cada caso. Esse cálculo considera as duas frequências que, combinadas, preveem um valor adequado de SII 65: as frequências 500 e 2000 Hz.

Essa equação, que ajusta o valor de SII 65, considera no seu cálculo as mesmas frequências mínimas dos protocolos de diagnóstico audiológico pediátrico (AAA, 2012), porque, na medida em que, juntas preveem

configuração audiológica, portanto, permitem o início do processo de intervenção com a seleção e adaptação dos AASI em bebês menores de seis meses, até que eles estejam aptos para a audiometria de reforço visual.

A ANSI S3.5-1997 [R2012] disponibiliza os parâmetros para os cálculos de SII 65 para indivíduos ouvintes e com deficiência auditiva, considerando interferências como ruído e material de fala. Tais cálculos podem ser realizados com a ajuda de um *software* e exigem dados que vão além dos limiares auditivos do paciente, o que torna o uso inviável na prática clínica pediátrica.

Este estudo buscou estudar a relação entre os valores de SII 65 gerados na verificação dos AASI com diferentes graus e configurações de perdas auditivas e gerou equações simples que podem ser usadas na clínica fonoaudiológica para avaliar a adequação da amplificação, estabelecer um prognóstico de inteligibilidade em situações de silêncio, orientar as famílias quanto à audição e amplificação, e orientar o clínico quanto às decisões terapêuticas e condutas audiológicas em cada caso. Tais equações não substituem o procedimento de verificação dos aparelhos de amplificação. É na verificação dos AASI que o fonoaudiólogo obterá o real valor do SII 65 e avaliará os alvos desejados de acordo com a regra DSL_m[i/o]v5, e não de acordo com os *softwares* dos fabricantes dos AASI, assim como comprovado pelos estudos de Seewald et al. (2008); Rissatto e Novaes, (2009); Scollie (2006); e Rezende, Figueiredo e Novaes (2012).

4.5 Conclusões

- A análise de agrupamento das orelhas permitiu uma classificação de perdas auditivas que teve como objetivo considerar a dinâmica da relação entre grau e configuração. Resultou em cinco grupos com características audiológicas homogêneas quanto aos limiares auditivos e heterogêneos entre si. Essa proposta de classificação por grupos parece ter mais sensibilidade para discriminar sujeitos quanto às características audiológicas, dado que, quando comparada com a classificação tradicional WHO, sujeitos com características audiológicas diferentes são classificados no mesmo grau de perda, pois a WHO não considera a

configuração audiométrica para classificação de perdas auditivas e, sim apenas a média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

- As análises das relações entre os valores de SII 65 e a classificação da perda auditiva por grupo, e a classificação por grau (WHO), mostraram que a classificação por grupos parece ter mais sensibilidade para a previsão do índice de inteligibilidade de fala (SII).
- Equações foram geradas a partir dos modelos estáticos utilizados para a análise de agrupamentos das orelhas estudadas. As equações possibilitam a classificação de uma nova orelha (indivíduo) nos grupos propostos para classificação da perda auditiva.
- A frequência 2000 Hz combinada com a de 500 Hz são as que mais contribuem para prever os valores de SII 65 para cada orelha (indivíduo). Uma equação foi gerada para a obtenção de um valor de SII 65 ,ajustado a partir dos limiares auditivos nas frequências 500 e 2000 Hz.
- Três intervalos de SII 65 foram obtidos para auxiliar o clínico na avaliação da adequação da amplificação na população pediátrica, com implicações de cuidados relativos a cada intervalo. O primeiro é formado por valores de SII 65 abaixo de 35% ($Int_{SII \leq 35}$), que compreendem as perdas auditivas dos Gr1, Gr2 e Gr3; o segundo intervalo é formado por valores de SII 65 entre 36 e 55% ($Int_{SII 36-55}$), que compreende o Gr4; o terceiro intervalo é formado por valores de SII 65 maiores que 55% ($Int_{SII \geq 56}$), composto por orelhas com perda auditiva do Gr5.

4.6 Implicações Clínicas

Neste estudo, analisamos as relações de SII amplificado para estímulo de fala a 65dB NPS com características da perda auditiva, já que o foco inicial do fonoaudiólogo é verificar a inteligibilidade para a média de fala conversacional. Esse pode ser considerado o ponto de partida na verificação da amplificação no processo de seleção de AASI.

Os valores de SII 65 têm forte correlação com os limiares auditivos e variam conforme a configuração da perda auditiva. Por essa razão, para ser usado como uma ferramenta de adequação da amplificação em cada caso, deve-se considerar a média dos limiares auditivos em conjunto com a configuração da perda auditiva e não apenas o grau da perda auditiva.

A audibilidade de todos os sons de fala, em diferentes níveis, inclusive sons de fraca intensidade, são pré-requisito para a percepção auditiva e desenvolvimento das habilidades auditivas e linguísticas. O acesso a sons de fala de fraca intensidade favorece a aprendizagem incidental, assim como a melhor recepção dos sons em diferentes tipos de ambientes sonoros.

A verificação da amplificação com diferentes níveis de estímulo de fala é necessária para avaliar diferentes situações de escuta do cotidiano, em que o sinal de fala está sempre variando entre fraco e forte, de acordo com o tipo de ambiente e a distância entre a fonte sonora e o microfone do aparelho de amplificação sonora

A validação do processo de seleção de AASI com observação do comportamento auditivo e testes de fala, é essencial para avaliação dos resultados do processo de seleção para cada criança. O índice de inteligibilidade de fala pode ser considerado como um preditor para o desenvolvimento de linguagem oral no que se refere ao provável potencial de utilização da perda auditiva.

Para o desenvolvimento de linguagem oral, outros fatores além da audição estão envolvidos e devem ser avaliados com cautela e em conjunto, para traçar o prognóstico de desenvolvimento de cada criança.

5. Estudo 2

SII- Índice de inteligibilidade de fala em crianças com deficiência de audição: relação intensidade e distância

5.1 Introdução

Bebês diagnosticados com perda auditiva sensorioneural logo nos primeiros meses de vida precisam de aparelhos de amplificação sonora (AASI) adequados com precisão às características da perda de audição e, um uso consistente da amplificação para possibilitar o desenvolvimento da linguagem oral.

Na última década, muitos trabalhos e publicações apontam resultados para o desenvolvimento de linguagem de programas de intervenção em bebês com deficiência de audição que iniciaram o processo de intervenção no primeiro ano de vida (Yoshinaga-Itano, 2003; Nittrouer, 2008; Nott et al, 2009a; Sininger et al, 2010; Fitzpatrick et al, 2011; Novaes et al, 2012). Esses estudos confirmaram a importância da adequação da amplificação para a garantia da audibilidade e inteligibilidade dos sons de fala e a consistência do uso dos mesmos como algumas das condições para o desenvolvimento de linguagem das crianças com deficiência auditiva.

O que inicia o processo de intervenção fonoaudiológica, após a triagem auditiva neonatal e o diagnóstico audiológico, é a seleção e a adaptação dos aparelhos de amplificação sonora.

A seleção de AASI para bebês e crianças compreende algumas etapas: seleção das características físicas dos aparelhos auditivos como modelo e tamanho, determinação das características eletroacústicas (ganho e saída) por meio do método de prescrição DSL; verificação das características eletroacústicas e validação da amplificação (American Academic of Audiology, 2003; Dillon, Ching e Golding, 2008; Martinelli-Lório e Menegotto, 2009; Rissatto e Novaes, 2009; Bagatto et al, 2010; Bagatto e Scollie, 2011).

Para a determinação do ganho e saída adequados para cada caso, é necessário ter definido os limiares auditivos em cada orelha durante o

processo diagnóstico audiológico. Duas variáveis interferem diretamente na determinação do ganho e saída: os limiares auditivos e o tamanho do canal auditivo do bebê.

Portanto, é necessário obter a medida RECD (*real-ear-to-coupler difference*), mensuração da diferença individual entre a orelha e o acoplador de 2cc (Munro, 2004; Campos, 2006; Bagatto e Moodie, 2007) bem como aplicar os limiares auditivos à regra prescritiva, com atenção para as correções das unidades de medida (dB NA e dB NPS) dos resultados da bateria de exames audiológicos que compõem o processo diagnóstico de bebês e crianças pequenas, para que não ocorram erros capazes de gerar uma super ou uma subamplificação (Martinez, 2009; Van Maanen e Stapells, 2010; Bagatto e Scollie, 2011).

Em 1995, Seewald descreve o método prescritivo DSL – *Desired Sensation Level* - para população infantil, que ele e sua equipe desenvolveram no *National Centre for Audiology* (NCA), no Canadá. Seewald argumentou que as necessidades psicoacústicas das crianças são diferentes das dos adultos. A audibilidade para sons de fala sem desconforto precisa ser garantida, pois as crianças estão em fase de desenvolvimento de linguagem e, portanto, a informação acústica mais importante que se quer amplificar é a fala.

A versão atual da regra DSL é a DSL_m[i/o]v5, que inclui o uso de limiares estimados para Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico – Frequência Específica (PEATE-FE), a escolha do transdutor utilizado na realização do exame diagnóstico, além de uma atualização no banco de dados dos valores de RECD preditos. Alguns aspectos para o cálculo dos valores dos alvos também foram atualizados como, por exemplo, limiares de compressão, saída máxima, correções para adaptação binaural, correções para diferentes tipo de perda entre outros (Scollie, 2007; Moodie et al, 2007).

A regra DSL a partir dos limiares auditivos e a medida da RECD gera os alvos desejados de ganho e saída. A verificação dos aparelhos de amplificação sonora é o próximo passo no processo de seleção para checar a adequação da programação dos AASI: alvo-saída. Essa é uma etapa de fundamental importância, já que os *softwares* de programação dos

aparelhos de amplificação têm suas próprias regras prescritivas que, muitas vezes, não garantem a audibilidade necessária para a população pediátrica.

Estudos sobre a comparação entre as regras prescritivas criadas pelos fabricantes de AASI e métodos prescritivos genéricos baseados em evidência, que incluem os métodos: DSL_m [i/o]v5 e o método NAL-NL1 e 2 (*National Acoustics Laboratories nonlinear methods*) comprovam a necessidade da verificação dos aparelhos de amplificação sonora.

Rezende, Figueiredo e Novaes (2012) compararam a prescrição de características eletroacústicas e as modificações propostas para aclimatização feitas por *softwares* específicos de fabricantes de AASI e concluíram pela necessidade da verificação das características eletroacústicas dos AASI durante o processo de seleção e indicação dos mesmos, assegurando ao paciente uma amplificação adequada, principalmente no caso de crianças, pois a variação foi de até - 28dB nas frequências altas.

Seewald et al (2008) referiram que o fonoaudiólogo responsável pela seleção de AASI em crianças não deve utilizar os parâmetros iniciais sugeridos pelos *softwares* dos fabricantes e, portanto, deve verificar a amplificação fornecida pelo mesmo. Ao utilizar a programação inicial sugerida pelos *softwares* dos fabricantes, está negligenciando a importância da audibilidade para essa população, já que a média dos sons de fala amplificados podem variar até 21dB, principalmente nas frequências altas para o mesmo audiograma. Os autores ainda ressaltaram que é evidente que as diferenças observadas nas curvas de respostas de frequências entre os diversos fabricantes de AASI também resultam em diferenças substanciais nos valores do SII – Índice de inteligibilidade de fala. Atualmente, não há nenhum estudo sobre as diferenças de valores de SII para a vida diária de um bebê de seis meses de idade. No entanto, sabe-se que uma audibilidade adequada proporciona mais oportunidades de aprendizagem da língua oral.

O SII - *Speech Intelligibility Index* - é uma medida para avaliar a audibilidade do sinal de fala no processo de seleção durante a verificação eletroacústica dos AASI. Ele determina a proporção de informação de fala

audível e útil para o ouvinte e tem alta correlação com a inteligibilidade de fala (ANSI S3.5 - 1997 [R 2012]). A partir da década de 80, o SII passou a ser mais utilizado na clínica audiológica e, nos dias atuais, em alguns modelos de equipamentos de verificação de AASI (Verifit®Audiosacan, Interacoustics Affinity®) é possível realizá-la automaticamente.

O SII é também usado como uma ferramenta de auxílio na verificação alvo-saída para estímulo de fala em diferentes intensidades, como uma estratégia de orientação a famílias e como uma medida preditora de audibilidade e inteligibilidade para sons de fala em diferentes tipos de ambiente sonoro (Mueller e Hall, 1998; Davidson e Skinner, 2006; Bagatto et al., 2010).

Cole e Flexer (2007) explicaram que existe grande diferença entre um sinal audível e um sinal inteligível. A fala é audível, se for possível ao indivíduo detectar a presença do som. Porém, para ser inteligível, é preciso capacidade para discriminar os sons da fala. Logo, é necessário que a criança tenha audibilidade para os sons de fala e assim ir adquirindo experiências auditivas.

Mendes e Barzaghi (2011) esclareceram que tornar todos os sons audíveis pode não garantir discriminação dos sons. Muitos fatores estão envolvidos na capacidade de discriminação e, em indivíduos com deficiência auditiva, além de alterações do processamento neural do sinal, distorções podem ser causadas pelos aparelhos de amplificação sonora que prejudicam ou tornam impossível a discriminação de um sinal de fala.

Além dos fatores inerentes à deficiência auditiva, há outros que podem também interferir na audibilidade e inteligibilidade de sons de fala: fatores externos, como distância, ruído, reverberação, prejudicam a integridade do sinal acústico. Portanto, as condições do ambiente também precisam ser consideradas quando lidamos com bebês e crianças com deficiência auditiva.

A audibilidade é um ponto primordial para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem. É importante que a criança tenha acesso aos sons de fala em diferentes tipos de situação (distâncias e ambientes), já que grande parte do aprendizado é consequência da “escuta

incidental” (Cole e Flexer, 2007; Kane, Howard-Robinson e Tamparong, 2009).

Segundo Martin e Asp (2012), a distância, assim como o audiômetro, também pode ser usada para aumentar ou diminuir a intensidade da voz. Alterar a distância entre o falante e o ouvinte ou a intensidade no audiômetro é a mesma coisa; ambos alteram o “volume” da voz. Toda vez que a distância diminui pela metade, a intensidade da voz aumenta em 6dB. Os autores chamaram essa relação entre distância e intensidade do sinal de fala como a “regra dos seis-dB”.

Nesse contexto, a distância entre o falante e a criança com deficiência auditiva é um aspecto importante para ser avaliado durante o processo de seleção dos AASI. A distância é condição para audibilidade. Ao longo do crescimento do bebê, isso se torna crucial, já que o desenvolvimento motor permite que, naturalmente, a criança se distancie cada vez mais do falante. O bebê passa do colo a engatinhar e, logo depois, a andar. Portanto, o profissional deve cuidar em orientar a família a até que distância a criança tem audibilidade para propiciar o aprendizado. Tal questão também orienta estratégias no processo de reabilitação e orienta questões sobre a necessidade de encaminhamento para implante coclear (IC) nas perdas auditivas de grau severo e/ou a indicação de Sistema de FM assim que necessário.

Assim, fica claro o quanto estudar a relação distância e audibilidade na perspectiva de orientar a família e as condutas clínico-terapêuticas logo no início do processo de intervenção, se torna importante para o desenvolvimento da criança.

Nesse sentido, este estudo visa analisar comparativamente os valores de SII amplificado para os diferentes entradas 75, 65 e 55dB NPS de sinal de fala, gerados no processo de verificação dos aparelhos de amplificação conforme regra prescritiva $DSL_{m[i/o]v5}$, nos diferentes graus e configurações de perdas auditiva sensorineural. Os achados buscam, ainda, relacionar audibilidade e distância para orientar o processo de intervenção terapêutica e tomadas de decisão clínico-terapêuticas, logo nos primeiros meses de uso da amplificação.

5.2 Método

5.2.1 Local da pesquisa e Preceitos éticos

Este estudo foi realizado no Centro Audição na Criança (CeAC), ligado à Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/ PUC-SP, ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia/ Linha de Pesquisa Audição na Criança, da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP. Trata-se de um serviço de alta complexidade credenciado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), que oferece atendimento a crianças com suspeita ou deficientes auditivas abaixo dos três anos de idade.

Parte de um projeto de estudo mais abrangente sobre o processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora para bebês nos primeiros anos de vida, este projeto seguiu os preceitos estabelecidos no código de ética para pesquisa com seres humanos, e foi aprovado pelo comitê de ética da PUC- SP, conforme protocolo de pesquisa nº 337/2010.

5.2.2 Sujeitos da pesquisa

- Critérios de seleção:

Foram selecionados 41 pacientes, com idades entre quatro e 80 meses, com diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural de qualquer grau e configuração, que participaram do processo de seleção de aparelho de amplificação sonora durante o ano de 2011, totalizando 78 orelhas para análise. Desse total foram excluídas duas orelhas de sujeitos usuários de implante coclear e duas orelhas de dois sujeitos com anacusia. Para todas as crianças foram indicados aparelhos de amplificação sonora não-lineares.

- Classificação das orelhas:

As orelhas foram classificadas conforme grupos e intervalos de SII 65 com sugerido por Figueiredo e Novaes, 2013¹³.

O Quadro 2 resume a classificação por grupo e os intervalos de SII 65.

Quadro 2 – Classificação das perdas auditivas por grupo e intervalos de SII 65 segundo Figueiredo e Novaes (2013)

Grupos	Características audiológicas	Intervalos de SII 65 (Int _{SII})
Gr1	Grau profundo/configurações horizontais	Int_{SII}≤35 SII 65 até 35%
Gr2	Grau profundo/configurações descendentes leve	
Gr3	Grau profundo/configurações descendentes acentuadas ou em rampa	
Gr4	Grau severo e profundo até 90dB NA/ configurações horizontais e descendentes leve	Int_{SII}36-55 SII 65 entre 36 e 55%
Gr5	Grau moderado e severo até 66 dB NA/ configurações horizontais e descendentes leve	Int_{SII}≥56 SII 65 maiores que 55%

5.2.3 Material

- Para verificação dos AASI:

Equipamento modelo Verifit da marca Audioscan (Verifit®Audoscan).

Trata-se de um analisador de aparelhos de amplificação sonora que verifica o desempenho eletroacústico dos AASI em acoplador 2cc e mensurações com microfone sonda.

Para as medidas de verificação em acoplador ou *in situ*, a partir das curvas de respostas dos AASI, em função das frequências obtidas com um sinal de entrada de fala, o equipamento calcula valores de SII em porcentagem, para uma entrada de 65dB NPS sem amplificação, e, com amplificação, para diferentes entradas de estímulo de fala, nas intensidades de 40 a 75dB NPS. O cálculo realizado pelo equipamento usa o método de 1/3 de oitava de frequências descrito pela ANSI S3.5-1997 sem considerar a banda de frequências de 160 Hz e sem ruídos mascarantes, ou seja, o equipamento calcula o SII para um ambiente ideal de escuta (Audioscan,

¹³ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva $DSL_{m[i/o]v5}$ (Capítulo 4)

2010).

Os valores de SII são representados em uma escala de zero a 100%, em que zero significa nenhuma audibilidade e 100, audibilidade para todos os sons de fala.

O estímulo usado para a verificação dos AASI em todas as medidas foi o *Standard-speech (Speech-std 1) – Carrot passage*.

- Para programação dos AASI:

Programa NOAH System 3.0 com *softwares* dos fabricantes de AASI e a interface de programação Hi-Pro USB.

5.2.4 Procedimentos

5.2.4.1 Determinação dos limiares auditivos para análise

Os limiares auditivos utilizados na programação (LP) dos aparelhos foram determinados a partir da avaliação audiológica, conforme o protocolo estabelecido pela equipe da instituição. Já os limiares utilizados na análise foram: 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Quando a resposta para as frequências eram ausentes até o limite dos equipamentos, o valor considerado foi o registrado no *software* Noah® para programação dos AASI, que, em geral, utiliza os valores máximos do audiômetro AC-33 da *Interacoustics*, a saber: para a frequência 250 Hz, o máximo do equipamento é 105 dB; para 500 Hz, 110 dB; para 1000, 2000 e 4000 Hz, 120dB. Para as orelhas em que a frequência 250 Hz não foi registrada, o limiar 250 Hz foi considerado igual à frequência 500Hz.

5.2.4.2 Obtenção valores SII

A partir dos limiares estabelecidos no processo diagnóstico, foram selecionados e programados aparelhos de amplificação sonora, a partir da regra prescritiva DSL $m[i/o]v5$. Foram realizadas medidas RECD com os moldes auriculares. Quando isso não foi possível, utilizaram-se os valores preditos pelo equipamento Verifit®Audioscan.

Com limiares auditivos e RECD (medido ou predito), os AASI foram programados por meio do *software* das respectivas empresas dos

aparelhos. Recursos como compressão ou transposição de frequências¹⁴, quando disponíveis para o modelo de AASI, foram desativados.

No equipamento, Verifit®Audioscan, foram realizadas medidas de verificação para sons de fala de 55, 65 e 75dB NPS e para saída máxima MPO (90dB NPS). Para a determinação dos valores semelhantes entre as características eletroacústicas de ganho e saída prescritas no *software* DSL*m*[i/o]v5 e os valores encontrados nos AASI, foi utilizada a diferença de 3dB positivos ou negativos. Scollie (2007) referiu que ultrapassar esses valores pode significar super ou subamplificação.

Para este, estudo foram analisados os valores de SII para estímulo de fala de 75, 65 e 55dB NPS e o SII não amplificado, os quais chamamos, a partir desse ponto, de SII 75, SII 65, SII 55 e SII não amplificado, respectivamente.

Portanto, no processo de verificação dos AASI, foram obtidos quatro valores de SII para cada orelha, totalizando 312 valores de SII.

5.2.5 Análise de dados

Os valores de SII 75, SII 65 e SII 55 foram comparados para a análise dos efeitos da distância no índice de inteligibilidade de fala.

Para tanto, um sinal de entrada de 75dB NPS pode ser considerado como uma fonte sonora próximo ao microfone do AASI, a intensidade de 65 dB NPS é considerada uma distância conversacional; e para a intensidade de 55dB NPS, podem ser consideradas distâncias mais longas, a partir de dois metros, entre o falante e o microfone do AASI.

5.2.5.1 Análise do comportamento dos valores de SII 75, SII 65 e SII 55 em relação aos grupos e intervalos de SII 65 (Int_{SII})

A partir da classificação das orelhas conforme grupos e intervalos de SII sugeridos por Figueiredo e Novaes (2013)¹⁵, foram analisados, em

¹⁴ Transposição de frequências: transpor sons inaudíveis em frequências altas para uma zona frequencial baixa. Compressão de frequências: comprimir a largura de banda de frequências de saída do sinal em uma proporção específica em que haja audibilidade (Glista et al, 2009).

¹⁵ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL*m*[i/o]v5 (Capítulo 4).

conjunto, o comportamento dos valores de SII conforme a mudança de intensidade do sinal de entrada (75, 65 e 55dB NPS).

Foram relacionados, ainda, os valores de SII não amplificados em relação aos valores de SII 65 para cada orelha estudada.

5.2.5.2 Análise das relações entre SII 75 e SII 65 e, SII 55 e SII 65

Para estudar a relação das diferenças entre SII 55 e SII 65 e entre SII 75 e SII 65, foram ajustados modelos de regressão, a partir dos quais foram derivadas as expressões da diferença entre os dois SII analisados e determinados os valores de SII 65 cujas diferenças são máximas, visando analisar a mudança do SII em relação ao aumento e diminuição da intensidade do sinal de entrada.

As médias das diferenças entre SII 75 e SII 65 e entre SII 55 e SII 65 foram comparadas nos cinco grupos de orelhas. Para localizar as diferenças entre as médias, foi adotado o método de Tukey (Neter et al, 2005). Foram formados grupos com médias iguais, estimadas as médias e construídos intervalos de confiança de 95% para a média das diferenças.

Nos testes de hipótese, foi adotado nível de significância de 0,05.

5.3 Resultados

5.3.1 Efeitos da distância para o índice de inteligibilidade de fala (SII)

Análise do comportamento dos valores de SII 75, SII 65 e SII 55 em relação aos grupos e intervalos de SII (Int_{SII})

No estudo um deste trabalho¹⁶, com o objetivo de analisar os valores SII 65 em relação ao grau e configuração da perda auditiva, estabeleceram-se cinco grupos homogêneos quanto às características audiológicas e três intervalos de valores de SII 65 ($Int_{SII \leq 35}$, $Int_{SII 36-55}$ e $Int_{SII \geq 56}$), que possibilitaram a análise comparativa dos valores de SII e características audiológicas das perdas auditivas.

¹⁶ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL $m[i/o]v5$ (Capítulo 4)

As análises dos valores de SII 75, SII 65, SII 55 e SII não amplificado foram realizadas a partir dos grupos e intervalos estabelecidos no referido estudo.

O comportamento conjunto dos valores de SII 75, SII 65 e SII 55 em relação à média de frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz pode ser visualizado nos diagramas de dispersão dispostos na Figura 6. Foram acrescentadas linhas horizontais representando os intervalos (Int_{SII}) estabelecidos a partir das análises do SII 65, a saber: $Int_{SII \leq 35}$ - valores de SII 65 até 35%, $Int_{SII 36-55}$ - valores de SII 65 entre 36 e 55% e $Int_{SII \geq 56}$ - valores de SII 65 maior que 56%.

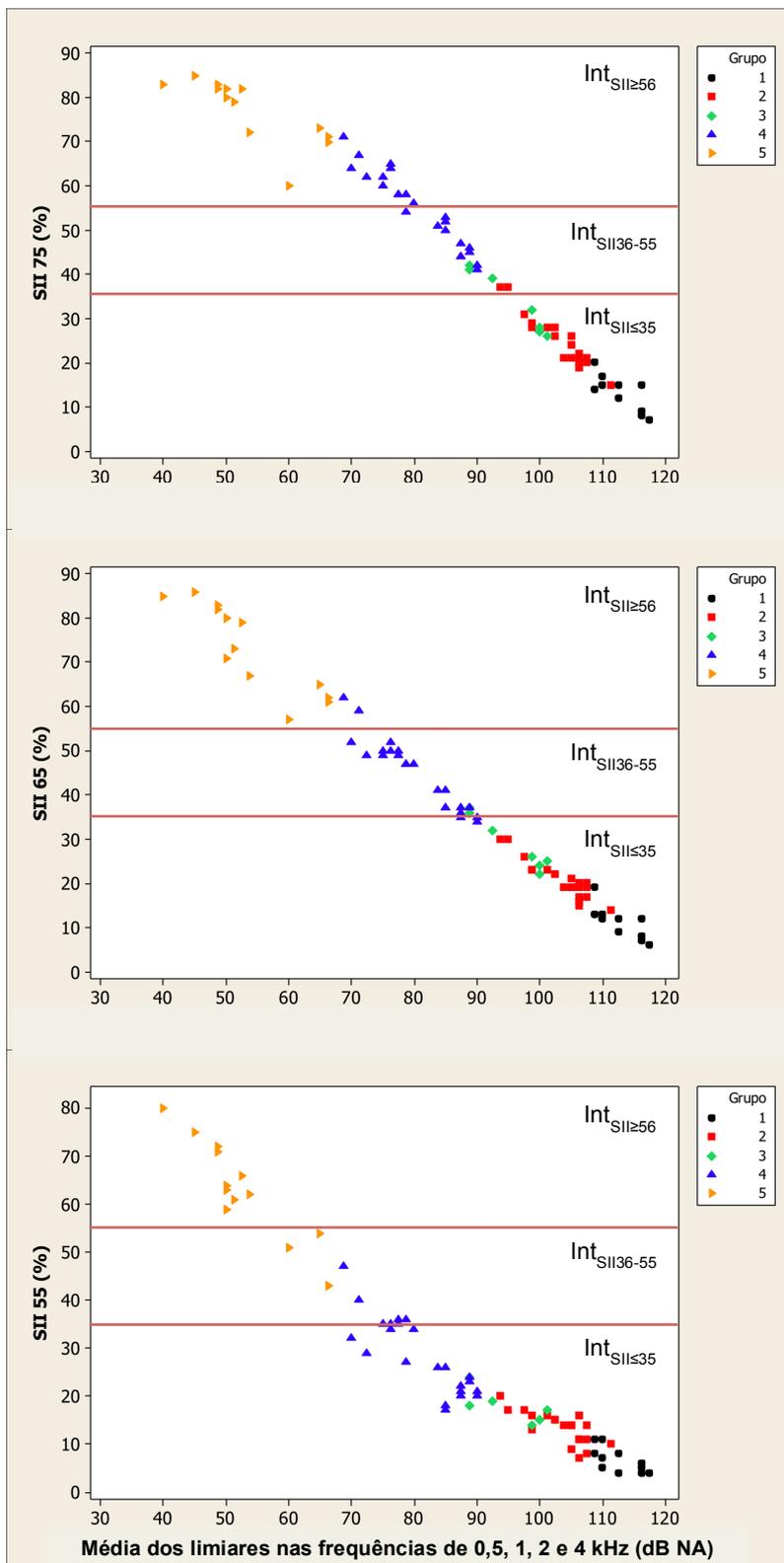


Figura 6 - Diagrama de dispersão dos valores de SII 75, SII 65 e SII55 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz e os intervalos estabelecidos a partir da análise do SII 65

É possível observar que os grupos se deslocam entre os intervalos estabelecidos, indicando que a variação da intensidade de entrada ou a variação da distância entre a fonte sonora e microfone do AASI afeta diretamente os valores de SII amplificado, principalmente quando comparados os valores gerados a partir da entrada de 65 e 55dB NPS. Nota-se que o grupo que mais se desloca entre os intervalos é o Gr4, composto por perdas de grau severo e profundo, segundo a classificação WHO (2007).

No Gr4, a maioria das orelhas estão agrupadas no intervalo $Int_{SII36-55}$ para os valores de SII 65 e, quando se altera a intensidade do sinal de entrada para 55dB NPS, observa-se que a maioria delas se desloca para o intervalo $Int_{SII\leq 35}$. Por outro lado, aproximadamente a metade do grupo sobe para o intervalo de valores de SII 65 maior que 56% ($Int_{SII\geq 56}$), com o aumento do sinal de entrada para 75dB NPS.

No Gr5, no qual as orelhas com SII 65 encontram-se no intervalo $Int_{SII\geq 56}$, com a diminuição do sinal de entrada para 55dB NPS, não se observa grande deslocamento entre os intervalos de valores de SII 65: apenas algumas orelhas com valores de SII 65 mais próximo de 56%, se deslocam para o intervalo $Int_{SII36-55}$. Pode-se considerar o Gr5 como o grupo menos afetado pela mudança do sinal de entrada ou mudança da distância, quando analisados os valores de SII amplificado.

Observa-se que os Gr1, Gr2 e Gr3 também são grupos que não se deslocam entre os intervalos com redução do sinal de entrada. Para a intensidade de 65dB NPS, eles já apresentam baixos índices de inteligibilidade de fala. Com o aumento da intensidade para 75dB NPS, pode-se observar que apenas parte das orelhas do Gr3 alcançam valores de SII no intervalo $Int_{SII36-55}$.

Relação entre SII 75 e SII 65

A Figura 7 mostra o comportamento conjunto do SII 75 e do SII 65. É possível observar que os valores do SII 75 são maiores que os do SII 65 na maioria das orelhas.

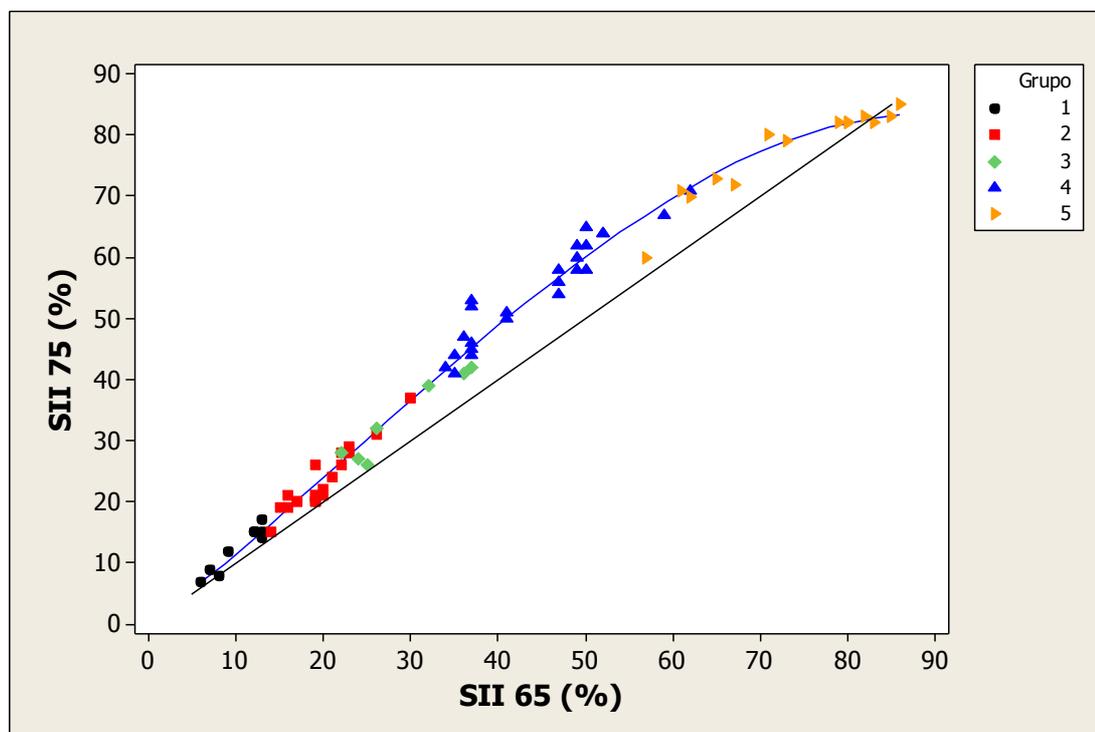


Figura 7 – Diagrama de dispersão do SII 65 e SII 75 com curvas ajustadas e reta SII 75 = SII 65

Nessa figura, está representada a curva ajustada em uma análise de regressão com SII 75 como variável resposta e SII 65 como variável explicativa. A equação da curva que relaciona as duas variáveis é:

$$\text{SII 75 previsto} = 0,1 \times \text{SII 65} + 0,007 \times \text{SII 65}^2 - 0,0001 \times \text{SII 65}^3,$$

ou seja, a relação entre o SII 75 e o SII 65 é explicada por um polinômio do terceiro grau. Na figura foi também representada a reta formada pelos pontos SII 75 = SII 65, com o objetivo de facilitar a visualização das diferenças entre os dois SII.

O valor do SII 65 para o qual a distância entre os dois SII é máxima foi obtido analiticamente, encontrando-se o valor SII 65 igual a 53,3%.

Pode-se dizer que orelhas com valores de SII amplificado para a intensidade de 65dB NPS próximo a esse valor (53,3%), são as que mais

sofrem alteração de inteligibilidade de fala com o aumento da intensidade de sinal acústico ou com a redução da distância entre a fonte sonora e microfone do AASI.

Valores de estatísticas descritivas para a diferença entre os valores de SII 75 e os valores de SII 65 em cada grupo são encontrados na Tabela 9.

Tabela 9 - Estatísticas descritivas para a diferença entre SII 75 e SII 65 (SII 75 – SII 65) nos cinco grupos (n=78)

Grupo	n	média	desvio padrão	mínimo	mediana	máximo
Gr1	11	2,1	1,2	0	2	4
Gr2	22	3,8	2,1	1	3,5	7
Gr3	7	4,7	2,1	1	5	7
Gr4	24	10,2	2,7	6	9	16
Gr5	14	3,8	3,9	-2	3	10
Total	78	5,6	4,0	-2	5	16

A maior média e a maior mediana da diferença foram observadas no Gr4. Nota-se pelos resultados das análises estatísticas descritivas que, para as perdas auditivas com as características audiológicas dos Gr1, Gr2 e Gr3 e para o Gr5, o aumento da intensidade ou a redução da distância entre a fonte sonora e microfone do AASI não interferem na audibilidade e inteligibilidade de fala expressos pelos valores de SII.

A técnica de análise de variância foi utilizada para comparar as médias da diferença nos cinco grupos. Obteve-se que há diferença entre as médias das diferenças nos cinco grupos ($p < 0,001$). O método de Tukey foi então utilizado para localizar as diferenças entre as cinco médias. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados obtidos na comparação das médias da diferença entre SII 75 e SII 65 nos cinco grupos, duas a duas, pelo método de Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferença das médias (I-J)	Erro padrão	p
Gr1	Gr2	-1,7	0,96	0,414
	Gr3	-2,6	1,26	0,241
	Gr4	-8,1	0,95	<0,001
	Gr5	-1,7	1,05	0,496
Gr2	Gr3	-0,9	1,13	0,920
	Gr4	-6,4	0,77	<0,001
	Gr5	0,0	0,89	1,000
Gr3	Gr4	-5,5	1,12	<0,001
	Gr5	0,9	1,21	0,939
Gr4	Gr5	6,4	0,88	<0,001

Conclui-se que não há diferença entre as médias nos Gr1, Gr2, Gr3 e Gr5, que são menores que a média no Gr4 (a validade das suposições de igualdade de variâncias e normalidade foi avaliada através da análise dos resíduos).

Com base nos resultados acima, as observações dos GR1, Gr2, Gr3 e Gr5 foram agrupadas, as médias das diferenças foram reestimadas e construídos intervalos de confiança para a média das diferenças. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Médias da diferença entre SII 75 e SII 65 (SII 75 – SII 65) nos grupos formados após a análise de variância e intervalos de confiança de 95%

Grupo	Média	N	Limite inferior	Limite superior
Gr1+Gr2+Gr3+Gr5	3,56	54	2,86	4,26
Gr4	10,17	24	9,13	11,21

Pode-se observar não só que a média da diferença para o Gr4 é maior que a média da diferença do Gr1 + Gr2 + Gr3 + Gr5, como também que os dois limites dos intervalos são positivos e assim as médias são significativamente maiores que zero. Isso implica que a média no SII 75 é maior que a média no SII 65 nos dois grupos.

Valores do coeficiente de correlação de Pearson da diferença entre o SII 75 e o SII 65 e os limiares auditivos em 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson da diferença entre SII 65 e SII 75 e os limiares auditivos em 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (n=78)

	0,25 kHz	0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
r	-0,15	-0,12	-0,19	-0,28	-0,30
p	0,193	0,306	0,098	0,013	0,008

Nota-se que são significativos somente os coeficientes nas frequências 2000 e 4000 Hz e que os valores de r são negativos, indicando que, conforme a diferença entre os valores de SII 75 e SII 65 aumenta, os limiares auditivos diminuem e vice-versa, ou seja, para perdas auditivas de grau maior, a diferença entre os valores de SII 75 e SII 65 são menores, e, quanto menor o grau da perda auditiva, maior a diferença entre os valores de SII 75 e SII 65.

Relação entre SII 55 e SII 65

O diagrama de dispersão mostra o comportamento do conjunto SII 55 e SII 65 (Figura 8). Nota-se que os valores do SII 55 são menores que os do SII 65 em um mesmo indivíduo.

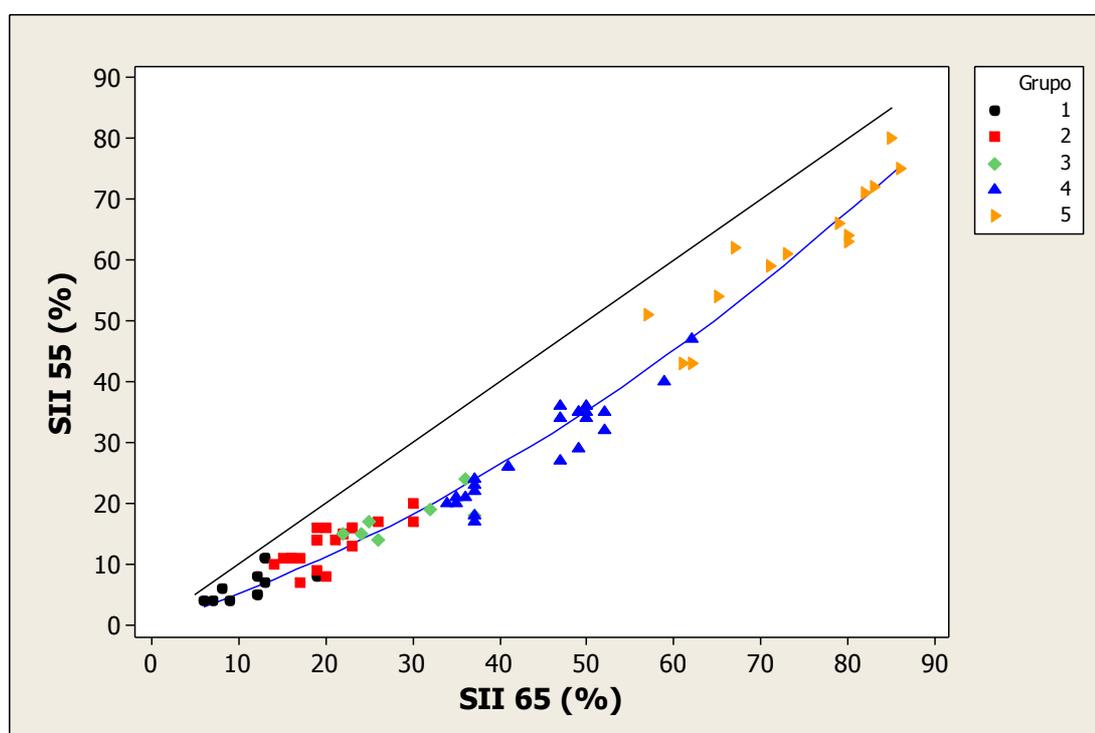


Figura 8 – Diagrama de dispersão do SII 55 e SII 65 com curva ajustada e reta SII 55 = SII 65

Nessa figura, está representada a curva ajustada em uma análise de regressão com SII 55 como variável resposta, e SII 65, como variável explicativa. A equação da curva que relaciona as duas variáveis é:

$$\text{SII 55 previsto} = 0,47 \times \text{SII 65} + 0,0047 \times \text{SII 65}^2,$$

ou seja: a relação entre o SII 55 e o SII 65 é explicada por uma parábola (pode-se dizer que, em média, o SII 55 varia de acordo com a equação acima).

Na figura, está representada também a reta formada pelos pontos SII 55 = SII 65, com o objetivo de facilitar a visualização das diferenças entre os dois SII.

Pode-se observar que a distância entre as duas curvas aumenta com o aumento de SII 65 até aproximadamente o valor de 55% e depois tende a diminuir. O valor do SII 65 para o qual a distância é máxima, foi obtido analiticamente encontrando-se o valor SII 65 igual a 56,4 %, ou seja, orelhas com esse valor de SII 65 são as mais prejudicadas com a diminuição da intensidade do sinal acústico ou com o aumento da distância entre a fonte sonora e o microfone do AASI.

Valores de estatísticas descritivas para a diferença em cada grupo são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Estatísticas descritivas para a diferença entre SII 55 e SII 65 (SII 65 – SII 55) nos cinco grupos (n=78)

Grupo	n	média	desvio padrão	mínimo	mediana	máximo
Gr1	11	4,6	2,9	2	4	11
Gr2	22	7,0	2,8	3	7	13
Gr3	7	11,4	4,0	7	12	19
Gr4	24	15,7	2,6	11	15	20
Gr5	14	11,9	4,5	5	11,5	19
Total	78	10,6	5,2	2	11	20

As maiores médias e medianas das diferenças foram observadas no Gr4.

As médias da diferença nos cinco grupos foram comparadas por meio da técnica de análise de variância (Neter et al., 2005).

Obteve-se que há diferença entre as médias das diferenças nos cinco grupos ($p < 0,001$). O método de Tukey (Neter et al., 2005) foi então utilizado para localizar as diferenças entre as cinco médias. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados obtidos na comparação das médias da diferença entre SII 65 e SII 55 nos cinco grupos, duas a duas, pelo método de Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferença das médias (I-J)	Erro padrão	p
Gr1	Gr2	-2,4	1,20	0,270
	Gr3	-6,8	1,57	<0,001
	Gr4	-11,1	1,18	<0,001
	Gr5	-7,3	1,31	<0,001
Gr2	Gr3	-4,4	1,41	0,021
	Gr4	-8,7	0,96	<0,001
	Gr5	-4,9	1,11	<0,001
Gr3	Gr4	-4,3	1,39	0,024
	Gr5	-0,5	1,50	0,997
Gr4	Gr5	3,8	1,09	0,008

Conclui-se que não há diferença significativa entre as médias nos Gr1 e Gr2, que são menores que as médias nos demais grupos. Não há diferença entre as médias nos Gr3 e Gr5, que são menores do que a no Gr4. Assim, pode-se dizer que a média no Gr4 é maior que nos demais grupos e os Gr1 e Gr2 possuem as menores médias da diferença (a validade das suposições de igualdade de variâncias e normalidade foi avaliada através da análise dos resíduos).

Com base nos resultados acima, os grupos com igual média foram unidos, as médias das diferenças foram reestimadas e construídos intervalos de confiança para a média das diferenças. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Médias da diferença entre SII 55 e SII 65 (SII 65 – SII 55) nos grupos formados após a análise de variância e intervalos de confiança de 95%

Grupo	Média	N	Limite inferior	Limite superior
Gr1+Gr2	6,24	33	5,13	7,35
Gr3+Gr5	11,76	21	10,37	13,15
Gr4	15,71	24	14,41	17,01

Pode-se observar que os dois limites do intervalo são positivos e, assim, as médias são significativamente maiores que zero. Isso implica que a média no SII 65 é maior que a média no SII 55 nos três grupos. E que a média do Gr4 é maior que as dos demais grupos, indicando que sujeitos com características audiológicas como as do Gr4 são os que mais sofrem alteração nos valores de SII com a redução da intensidade do sinal de entrada.

Na Tabela 16, estão os valores do coeficiente de correlação de Pearson da diferença SII 65 – SII 55 e os limiares auditivos em 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

Tabela 16 - Coeficientes de correlação de Pearson da diferença SII 65 – SII 55 e os limiares auditivos em 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (n=78)

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
r	-0,42	-0,42	-0,48	-0,59	-0,59
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Nota-se que são significativos os coeficientes em todas as frequências analisadas, com os maiores valores do coeficiente nas frequências de 2000 e 4000 Hz. Assim como na análise anterior (diferenças entre SII 75 e SII 65), os valores de r para a correlação entre a diferença de SII 55 e SII 65 e as frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz são negativos, indicando que, conforme os limiares auditivos aumentam, a diferença entre os valores de SII 55 e SII 65 diminui e vice-versa, ou seja: para perdas auditivas de maior grau, a diferença entre os valores de SII 55 e SII 65 é menor, e, quanto menor o grau da perda auditiva, maior a diferença entre os valores de SII 55 e SII 65.

5.3.2 Análise dos valores de SII não amplificados por grupo

A Figura 9 mostra o diagrama de dispersão dos valores de SII não amplificado e dos valores de SII amplificado para intensidade de 65dB NPS.

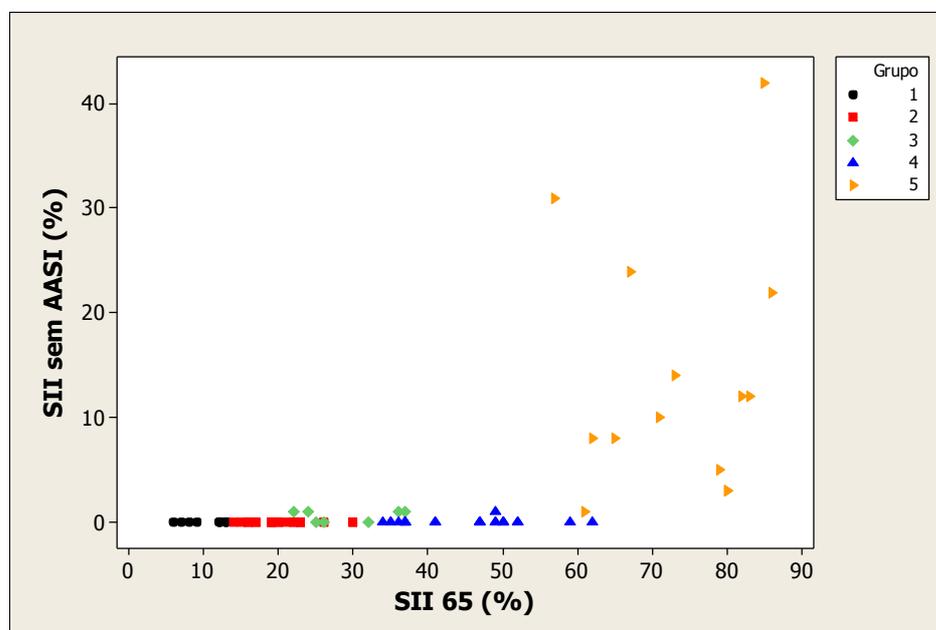


Figura 9 – Diagrama de dispersão do SII não amplificado e SII 65 (n=78)

Nota-se que o Gr5, composto por perdas auditivas de menor grau, apresentam valores de SII sem amplificação maior que 10%, em sua maioria. Isso implica em sujeitos com certa audibilidade de fala, mesmo sem a amplificação.

Valores de estatísticas descritivas para o SII não amplificado no Gr5 estão na Tabela 17.

Tabela 17 - Estatísticas descritivas dos valores de SII não amplificado para o Gr5 (n=14)

	n	média	desvio padrão	mínimo	mediana	máximo
Gr5	14	14	11,8	1	11	42

5.4 Discussão

Os valores de SII 75, SII 65 e SII 55 foram analisados comparativamente, a partir dos grupos estabelecidos de acordo com as características da perda auditiva, segundo a análise de agrupamento, e a partir dos três intervalos de valores de SII amplificado, ambos propostos, por Figueiredo e Novaes (2013)¹⁷ para avaliar audibilidade proporcionada pelos AASI e a adequação dos mesmos à regra prescritiva $DSLm[i/o]v5$.

No estudo um desta tese, 78 orelhas estudadas foram classificadas em cinco grupos homogêneos quanto às características audiológicas e, a partir dos grupos, foram analisados e determinados intervalos de valores de SII 65 que permitiram verificar a qual grupo corresponde qual intervalo. Os Gr1, Gr2 e Gr3 foram compostos por orelhas de grau profundo (WHO, 2007), com configurações audiométricas horizontal (Gr1) e descendente leve (Gr2) e descendente acentuada ou em rampa (Gr3) e intervalo de SII 65dB NPS até 35% ($Int_{SII \leq 35}$). O Gr4 foi formado por orelhas de grau severo e profundo (até 90dBNA), com valores de SII 65 no intervalo de 36 a 55% ($Int_{SII 36-55}$), e o Gr5, por orelhas de grau moderado, com SII 65 acima de 55% ($Int_{SII \geq 56}$).

Conhecer as características audiológicas e os resultados de uma amplificação adequada para cada caso, avaliada por meio dos valores do índice de inteligibilidade de fala obtidos no processo de verificação da amplificação com diferentes intensidades de entrada (75, 65 e 55dB NPS), permitiu estudar a audibilidade para sons de fala em relação à distância, dado que, com o aumento da distância entre a fonte sonora e o microfone do AASI, a intensidade do sinal acústico diminui.

Segundo Boothroyd (2004) e Martin e Asp (2012), a cada aumento da metade da distância inicial, perdem-se 6dB de intensidade do sinal de fala. Pode-se concluir, então, que, para crianças em fase de desenvolvimento de linguagem, essa perda de audibilidade pode implicar em não percepção de parte do sinal acústico e conseqüente atraso no desenvolvimento da linguagem oral.

¹⁷ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva $DSLm[i/o]v5$ (Capítulo 4).

Quando comparados os valores de SII para as intensidades de 75, 65 e 55dB NPS em relação aos três intervalos de SII 65, nota-se que, com a diminuição do sinal de entrada de 65 para 55dB NPS, as orelhas do Gr4 pertencentes ao intervalo $Int_{SII36-55}$ deslocam-se, em sua maioria, para o intervalo de valores de SII 65 abaixo de 35% ($Int_{SII\leq 35}$), enquanto, no Gr5, apenas as que têm valores de SII 65 próximos do limite inferior deslocam-se para um intervalo abaixo ($Int_{SII36-55}$). Já os Gr1, Gr2 e Gr3, todos pertencentes ao intervalo de menores valores SII 65 ($Int_{SII\leq 35}$), não se deslocam entre os intervalos com a redução da intensidade.

Tal fato está relacionado com as limitações da amplificação inertes ao campo dinâmico da audição - faixa compreendida entre os limiares auditivos e os limiares de desconforto. Campos, Russo, e Almeida (2003) referiram que um campo dinâmico de aproximadamente 45dB é necessário para a percepção auditiva das mudanças de intensidade dos componentes acústicos do sinal de fala, desde os sons mais fracos até os mais intensos.

Portanto, em áreas dinâmicas da audição menor que um espaço de 45dB entre os limiares mínimos de audibilidade e os limiares máximos de desconforto não é possível “acomodar” todas as intensidades do sinal de fala – do fraco ao forte – para que a criança consiga perceber e identificar as diferenças do sinal acústico. Crianças com características audiológicas como as dos Gr1, Gr2 e Gr3 exemplificam os casos com área dinâmica muito reduzida e, por essa razão, não se observaram mudanças nos intervalos de SII com o aumento ou diminuição do sinal de entrada, já que para a intensidade conversacional de 65dB NPS os valores de SII obtidos estão no intervalo de até 35%.

Para os casos com as características audiológicas do Gr5, também não se observou mudança de intervalo de valores de SII, quando alterado o sinal de entrada, porém, por razão oposta aos Gr1, Gr2 e Gr3. O Gr5 é o grupo de orelhas com perda auditiva de grau moderado (WHO, 2007), portanto audiogramas com campo dinâmico suficiente para “acomodar” sons de fraca a forte intensidades, permitindo a percepção das mudanças de intensidade. Crianças com perda auditiva com características como as do Gr5 e com audibilidade expressa por valores de SII acima de 55% têm acesso a

todos os sons de fala até para as intensidades mais fracas (55dB NPS) de entrada do sinal acústico.

Já para o Gr4, com média dos limiares até 90dB NA, são os casos mais afetados com a alteração da intensidade de entrada do sinal, pois o campo dinâmico é estreito ou o mínimo suficiente para “acomodar” as diferentes intensidades do sinal acústico, o que, conseqüentemente, com a diminuição do sinal de entrada leva a uma grande perda em termos de audibilidade de fala, passando de um intervalo de SII de 36 a 55% para valores menores que 35% ($Int_{SII \leq 35\%}$).

Portanto, crianças com características audiológicas como as do Gr1, Gr2 e Gr3 são aquelas que, desde o início do processo de intervenção, precisam de encaminhamento para indicação do implante coclear para proporcionar audibilidade suficiente para o desenvolvimento da linguagem oral. As crianças com características do Gr4 são os casos em que a audibilidade é vulnerável, ou seja, fatores externos como distância e ruído podem interferir a ponto de sons de fala de fraca intensidade não serem percebidos ou identificados pela criança. A redução da intensidade do sinal de fala ou o aumento da distância entre a fonte sonora e o microfone do AASI prejudicam o acesso do sinal acústico em diversas situações de aprendizagem.

Como dito, a distância é um fator que, desde os primeiros anos, faz parte da vida de um bebê. Isso pode interferir no desenvolvimento da linguagem e cabe ao fonoaudiólogo conhecer as limitações da amplificação para cada caso, considerar questões do ambiente terapêutico, como cuidados com a acústica da sala (ruído e reverberação) e posicionamento entre terapeuta e criança, e orientar a família.

Ouvir à distância está relacionado ao aprendizado incidental (Flexer, 1998; Cole e Flexer, 2007; Kane, Howard-Robinson e Tamparong, 2009; Robbins, 2009). A criança aprende grande parte da língua oral de forma indireta, quando conversas não estão direcionadas a ela. O acesso às conversas ocorre à distância, sem que a criança esteja diretamente atenta a elas. Portanto, qualquer grau de perda auditiva significa uma barreira para a capacidade da criança de receber informações do ambiente.

Observou-se, nas análises comparativas entre os valores de SII e os intervalos de valores estabelecidos a partir das características audiológicas das orelhas estudadas, que bebês e crianças com perdas auditivas como as do Gr4 são as que mais perdem em audibilidade, expressa por valores de SII 65, com a diminuição da intensidade de entrada, e que para bebês e crianças com perdas auditivas como as dos Gr1, Gr2 e Gr3, a amplificação apresenta limitações ao acesso a todos os sinais de fala.

Nesse sentido, desde o início do processo de intervenção fonoaudiológica, na seleção e indicação dos aparelhos de amplificação sonora, as famílias devem ser orientadas quanto às limitações das amplificações, aos cuidados que devem ser tomados quanto à distância e outros fatores que possam também interferir na audibilidade dos sons de fala.

Nas análises comparativas entre os valores de SII amplificados resultantes de estímulos de fala a 75 e 65dB NPS, observou-se que as maiores diferenças entre os valores de SII são para os valores de SII 65 de 53,3%, ou seja: quando, na verificação dos AASI, obtêm-se valores de SII 65 aproximados a 53,3%, sabe-se que, com o aumento da intensidade do sinal de entrada, haverá maior aumento na audibilidade de sons de fala. E que, conforme o valor de SII 65 aumenta, a diferença entre o SII 75 e SII 65 tende a diminuir gradativamente, até que, para valores de SII 65 próximos a 80%, é observada uma diferença mínima ou até negativa entre os valores. Portanto, o aumento da intensidade do sinal de fala para sujeitos com audibilidade expressa por valores de SII 65 próximos a 80% (perdas auditivas com características do Gr5 com intervalo de SII $Int_{SII \geq 56}$) não implica em melhora da audibilidade e inteligibilidade dos sons de fala.

De acordo com Sandlin (2003) e Schaub (2008) pessoas com perda auditiva do tipo sensorineural de qualquer grau e configuração têm a área dinâmica da audição reduzida, de forma que, o aumento da sensação de intensidade, diferentemente do que ocorre com pessoas com audição normal, não é linear. Portanto, aumentar a intensidade não significa, necessariamente, aumentar a audibilidade e a inteligibilidade da fala.

A ANSI S3.5 - 1997 [R 2012] referiu limitações do cálculo do índice de inteligibilidade de fala em indivíduos com perda auditiva. Embora o limiar auditivo seja uma das variáveis para o cálculo do SII, o escopo da norma SII é limitado aos sujeitos com audição normal. As patologias da audição podem ter efeitos sobre a inteligibilidade da fala além do previsto pelos limiares auditivos.

Estudos em adultos (Pavlovic, 1984; Ludvigsen, 1987; Sherbecoe e Studebaker, 2002 e 2003; Hornsby, 2004; Killion e Mueller, 2010) e crianças (Stelmachowicz et al, 2000; Scollie, 2004; Davidson e Skinner, 2006; Scollie, 2008; Ertmer, 2010; Stiles, Bentler e McGregor, 2012; Camargo, 2013) exploraram a relação entre escores de reconhecimento de fala e os valores de SII amplificado e concluíram que deve-se tomar cuidado com a relação direta entre o SII e resultados nos testes de fala. Fatores como configuração da perda auditiva, características do material de teste, idade e variáveis relacionadas às habilidades linguísticas, precisam ser considerados.

A análise de variância utilizada para comparar as médias das diferenças entre os valores de SII 75 e SII 65 nos cinco grupos mostrou que o Gr4, com valores de SII 65 no intervalo de 36 a 55% ($Int_{SII36-55}$), tem a maior média das diferenças. Tal fato implica que a audibilidade de crianças com essas características audiológicas se beneficia com o aumento da intensidade do sinal de entrada ou com a redução da distância entre a fonte sonora e o microfone do AASI. Isso já não acontece com os Gr1, Gr2 e Gr3, cujo campo dinâmico da audição é muito reduzido em todas as faixas de frequências (Gr1 e Gr2) ou em algumas faixas de frequências (curvas audiométricas descendentes acentuadas ou em rampa, como as do Gr3).

A correlação entre as diferenças entre os valores de SII 75 e SII 65 e os limiares auditivos estudados (250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz) resultou em uma correlação negativa para todas as frequências, principalmente para as de 2000 e 4000 Hz. Assim, à medida que os limiares auditivos aumentam (perdas auditivas de maior grau) as diferenças entre os valores de SII 75 e SII 65 diminuem, principalmente nas frequências 2000 e 4000 Hz, indicando a necessidade de considerar em conjunto configuração e grau da perda auditiva na avaliação dos índices de inteligibilidade de fala.

Esses achados estão de acordo com Hogan e Turner (1998), Ching, Dillon e Byrne (1998), Ching et al. (2001) e Ching (2002), que mediram inteligibilidade de fala amplificada em determinadas faixas de frequências e mostraram que o aumento do ganho para as frequências mais altas é benéfico para o reconhecimento de fala em perdas auditivas com limiares até 60 a 80dB NA. Para perdas auditivas piores que 80dB NA, o aumento da intensidade na faixa de frequências altas significou, em alguns casos, piora na inteligibilidade de fala. Esses estudos concluíram, então, que os valores de SII para reconhecimento de fala em adultos são menos precisos para perdas auditivas de configuração descendente e graus maiores de perda auditiva.

No processo de seleção e indicação de aparelhos de amplificação sonora em bebês e crianças, tais achados indicam a necessidade de cuidados ao avaliar a audibilidade expressa pelos valores de SII, pois nos casos de perda auditiva com configuração descendente o índice de inteligibilidade de fala parece não representar bem o que se espera como resultado para reconhecimento de fala (Gustafson e Pittman, 2011).

As mesmas análises comparativas realizadas entre os valores de SII 75 e SII 65 também foram realizadas entre os valores de SII 55 e SII 65, o que permitiu avaliar a audibilidade quando a distância entre a fonte sonora e microfone do AASI aumenta, diminuindo assim a intensidade do sinal de fala.

Obteve-se nas análises comparativas entre SII 55 e SII 65 que, conforme os valores do SII 65 aumentam, a diferença entre os valores de SII 55 e SII65 também aumentam, até aproximadamente um valor de SII 65 de 56,4%. Depois, a diferença tende a diminuir, indicando que, para crianças com audibilidade expressa por valores de SII 65 no intervalo de 36 a 55% ($Int_{SII36-55}$), a diminuição do sinal de entrada para 55dB NPS implica na redução dos valores de SII para o intervalo de valores até 35 % ($Int_{SII\leq 35}$), significando piora na audibilidade para todos os sons de fala.

Bass-Ringdahl (2010), em um estudo que relacionou desenvolvimento do balbucio canônico e audibilidade, comprovou que um valor de SII igual ou menor que 35% impossibilita o aparecimento das produções das consoantes

no balbucio de bebês. Portanto, crianças com valores de SII 65 no intervalo $Int_{SII36-55}$, à medida que aumenta a distância entre fonte sonora e microfone do AASI e conseqüentemente diminui o sinal de entrada, têm o acesso para sons de fala prejudicado.

As médias das diferenças entre os valores de SII 55 e SII 65 mostram que, para os Gr1 e Gr2 (menores médias), o aumento da distância ou a diminuição do sinal de entrada pode não significar prejuízos para a audibilidade, visto que, nestes casos, a amplificação tem limitações ao proporcionar o acesso a sons de fala até mesmo para intensidade conversacional (65dB NPS), sendo esses os casos com indicação para implante coclear (IC).

Nos Gr3 e Gr5, as médias das diferenças foram maiores que as dos Gr1 e Gr2 e similares entre si e assim foram agrupadas, indicando que crianças com essas características audiológicas tendem a perder audibilidade com o aumento da distância. Mas é necessário avaliar as características das perdas auditivas.

Como exposto anteriormente, nas diferenças entre os valores de SII 75 e SII 65, as perdas auditivas com configuração descendente acentuada ou em rampa (Gr3) podem não ser bem representadas, em relação à audibilidade e à inteligibilidade de fala, pelos valores de SII. Na análise de correlação entre as diferenças de SII 55 e SII 65 e os limiões auditivos nas frequências estudadas, obteve-se que todas as frequências têm forte correlação com as diferenças, com maiores coeficientes para as frequências 2000 e 4000 Hz, indicando mais uma vez a importância da configuração da perda auditiva para os índices de inteligibilidade de fala.

As perdas auditivas do Gr5 são aquelas com valores de SII 65 no intervalo $Int_{SII \geq 56}$. Na análise das diferenças para a intensidade de 55dB NPS, observou-se que, a partir de um valor de SII 65, aproximado, de 56,4%, as diferenças tendem a diminuir, indicando que, para crianças com audibilidade maior ou igual a 56%, conforme a audibilidade para a intensidade 65dB NPS melhora, menos se perde quando a intensidade do sinal de fala diminui.

No Gr5, a análise dos valores de SII sem amplificação mostrou que as perdas auditivas apresentaram SII não amplificado variando entre um e 42%. Portanto, algumas orelhas apresentaram audibilidade sem amplificação.

Para as famílias de bebês e crianças com essas características audiológicas, muitas vezes é difícil compreender as consequências da perda auditiva para o desenvolvimento da linguagem, pois com esse grau de perda auditiva, o bebê pode responder para o som, gerando dúvidas quanto à necessidade do uso da amplificação.

Nas fases iniciais do desenvolvimento, os bebês estão no colo, o que facilita o acesso aos sons de fala, pois a distância entre a mãe ou quem fala com o bebê não prejudica a intensidade do sinal. No entanto, quando a criança passa a engatinhar e depois a andar, a distância aumenta e grande parte do sinal de fala é perdido. Nessa fase, a deficiência de audição torna-se evidente, pois a falta de resposta a sons de fraca intensidade, reflete no desenvolvimento da linguagem. As primeiras palavras podem surgir, mas o descompasso entre o desenvolvimento da linguagem e a idade cronológica mostra para os pais o prejuízo de não usar a amplificação.

Nesse sentido, o SII pode ser usado para explicar e ilustrar a deficiência de audição do bebê durante o início do processo de seleção e indicação dos aparelhos de amplificação para que os pais possam compreender as consequências da perda auditiva e as limitações da amplificação para o desenvolvimento de linguagem em cada caso e, assim, aderir ao uso da amplificação com consistência, desde os primeiros meses do processo de intervenção fonoaudiológica.

Haggard e Primus (1999) referiram que usar o audiograma com a classificação tradicional da perda auditiva – grau leve, moderado - na orientação sobre a perda auditiva faz, consistentemente, que os pais subestimem o impacto da perda auditiva para o desenvolvimento de linguagem de seu filho.

Esses resultados mostram a importância dos cuidados e da sensibilidade que o fonoaudiólogo deve ter ao transmitir para os pais questões sobre a perda auditiva.

Buscar maneiras de orientação que facilitem a explicação pelo profissional e o entendimento dos pais sobre a relação entre a audição e desenvolvimento de linguagem é de grande valia no início do processo terapêutico e contribuirá para adesão do uso da amplificação, conforme relatou Moeller et al (2009).

Mueller e Hall (1998) apontaram o uso do índice de audibilidade como uma ferramenta de auxílio na orientação sobre a perda auditiva, o que facilita a explicação sobre quaisquer sons de fala, audíveis ou não, em cada caso, com ou sem a amplificação.

5.5 Conclusões

- Com a alteração da intensidade do sinal de entrada observou-se que os valores de SII mudam e os sujeitos dos grupos se deslocam entre os intervalos estabelecidos a partir do SII 65. Portanto, a alteração da distância entre a fonte sonora e o microfone do AASI afeta os valores do índice de inteligibilidade de fala. Observou-se ainda que alguns grupos são mais afetados que outros:
 - Orelhas com características audiológicas como as do Gr4, com valores de SII 65 entre 36 e 55%, apresentaram maiores diferenças entre os valores de SII 65 e valores de SII 75 e SII 55. Portanto, para bebês e crianças com essas características audiológicas, essas diferenças podem representar importante mudança para o índice de inteligibilidade de fala, prejudicando o acesso aos sons de fala de fraca intensidade.
 - Orelhas com características audiológicas como as do Gr1 e Gr2 com valores de SII 65 até 35%, apresentaram menores diferenças entre os valores de SII 65 e os valores de SII 75 e SII 55, deixando evidentes as limitações da amplificação para o acesso a todos os sons de fala. Portanto, para bebês e crianças com essas características audiológicas, compreender os limites de amplificação

inerentes às características audiológicas pode fornecer informações e justificativas para a indicação do implante coclear logo nos primeiros meses de intervenção fonoaudiológica.

- Orelhas com características audiológicas como as do Gr5 podem apresentar valores de SII não amplificado próximos a 40%. Portanto, bebês e crianças com essas características audiológicas podem responder para som sem amplificação, dificultando o entendimento da família em relação à importância do uso da amplificação. O uso do SII, nestes casos, visa também auxiliar o fonoaudiólogo a ilustrar para a família os efeitos da perda auditiva para o desenvolvimento de linguagem e, assim, favorecer a adesão ao uso da amplificação logo nos primeiros meses do processo de intervenção fonoaudiológica.
- Considerar o grau da perda auditiva juntamente com a configuração audiométrica é um fator importante para a análise dos valores de SII. Perdas auditivas de configuração descendente (Gr3) podem não ser bem representadas pelos valores de SII.

6. Estudo 3

Valores de referência para o SII – Índice de inteligibilidade de fala – amplificado de acordo com a regra prescritiva DSL $m[i/o]v5$

6.1 Introdução

Os parâmetros de amplificação adequada devem considerar audibilidade e inteligibilidade de fala sem desconforto e com qualidade sonora em todas as condições do ambiente (Almeida, 2011). Nesse sentido, a etapa de verificação é de fundamental importância para conferir e ajustar características da amplificação em cada caso, após a programação dos aparelhos de amplificação sonora (AASI) por meio dos *softwares* dos fabricantes.

De acordo com Seewald et al. (2008) e Rezende, Figueiredo e Novaes (2012), não verificar os aparelhos de acordo com regras prescritivas baseadas em evidência, é negligenciar a importância da audibilidade de todos os sons de fala com qualidade para os usuários de AASI, principalmente na população pediátrica em fase desenvolvimento de linguagem e que não é capaz de referir sobre a qualidade sonora.

A regra prescritiva DSL foi idealizada para atender as necessidades acústicas da população pediátrica, partindo do princípio de que os sons de fala são os mais importantes (Seewald, 1994; Scollie et al., 2005). A versão atual da regra é a DSL $m[i/o]v5$, disponível em algumas marcas de aparelhos de amplificação e em alguns equipamentos de verificação de AASI.

Nesse sentido, avaliar a adequação da amplificação de acordo com a regra prescritiva, torna-se uma etapa indispensável do processo de seleção de AASI.

Índices que estimam a inteligibilidade de fala podem contribuir para a análise qualitativa na etapa da verificação. O cálculo do SII – Índice de inteligibilidade de fala – é disponibilizado em alguns equipamentos de verificação de AASI automaticamente, a partir das curvas de respostas em função de frequências da amplificação verificados para diferentes intensidades do sinal de entrada .

O SII tem alta correlação com a inteligibilidade de fala, pois determina a porção da fala que é audível e útil para o ouvinte (ANSI S3.5 - 1997, [R2012]). Pode ser usado, também, como uma medida para avaliar a adequação da amplificação (Bagatto et al., 2011), além de prever a interferência da distância para a audibilidade dos sons de fala em cada caso e, assim, orientar o clínico e a família quanto às estratégias terapêuticas que garantam o acesso de todos os sons de fala (Figueiredo e Novaes, 2013)¹⁸

Nesse sentido, conhecer valores de referência para o índice de inteligibilidade de fala relacionado às características da perda auditiva, considerados as limitações da amplificação inerentes aos diferentes graus e configurações das perdas auditivas, pode ser de grande valia na rotina da clínica fonoaudiológica.

Assim, o objetivo deste estudo foi construir curvas de referência para valores de SII amplificado com sinal de fala nas intensidades de 55 e 65dB NPS, considerando as diferenças entre os alvos prescritos pela regra $DSL_{m[i/o]}v5$ e as curvas de resposta, em função de frequências obtidas na verificação dos AASI, como critério para uma amplificação adequada, observando as limitações da amplificação para os diferentes graus e configurações de perda auditiva.

6.2 Método

6.2.1 Local da pesquisa e preceitos éticos

Este estudo foi realizado no Centro Audição na Criança (CeAC), ligado à Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/ PUC-SP, ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia/ Linha de Pesquisa Audição na Criança, da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP. Trata-se de um serviço de alta complexidade credenciado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), que oferece atendimento a crianças com suspeita ou deficientes auditivas abaixo dos três anos de idade.

¹⁸ SII- Índice de inteligibilidade de fala em crianças com deficiência de audição: relação intensidade e distância (Capítulo 5)

Parte de um projeto de estudo mais abrangente sobre o processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora para bebês nos primeiros anos de vida, este projeto seguiu os preceitos estabelecidos no código de ética para pesquisa com seres humanos, e foi aprovado pelo comitê de ética da PUC- SP, conforme protocolo de pesquisa nº 337/2010.

6.2.2 Sujeitos da pesquisa

Participaram do estudo 41 pacientes, com idades entre três e 80 meses, dos quais, seis (14,6%) com até 12 meses de idade e 11 (26,8%) entre 12 e 24 meses, todos com diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural de qualquer grau e configuração, que realizaram o processo de seleção de aparelho de amplificação sonora durante o ano de 2011, totalizando 78 orelhas para análise. Foram excluídas da análise duas orelhas de sujeitos usuários de implante coclear, duas orelhas de dois sujeitos com anacusia. Para todas as crianças foram indicados aparelhos de amplificação sonora não-lineares.

As orelhas analisadas foram classificadas conforme os grupos sugerido por Figueiredo e Novaes, 2013¹⁹. O Quadro 3 resume as características audiológicas de cada grupo.

Quadro 3 – Classificação das perdas auditivas por grupo segundo Figueiredo e Novaes (2013)

Grupos	Características audiológicas
Gr1	Grau profundo/configurações horizontal
Gr2	Grau profundo/configurações descendentes leve
Gr3	Grau profundo/configurações descendentes acentuadas ou em rampa
Gr4	Grau severo e profundo até 90dB NA/ configurações horizontais e descendentes leve
Gr5	Grau moderado e severo até 66dB NA/ configurações horizontais e descendentes leve

¹⁹ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL_m[i/o]v5 (Capítulo 4)

6.2.3 Material

- Para verificação dos AASI:

Equipamento modelo Verifit da marca Audioscan (Verifit®Audioscan).

Trata-se de um analisador de aparelhos de amplificação sonora que verifica o desempenho eletroacústico dos AASI em acoplador 2cc e mensurações com microfone sonda.

Para as medidas de verificação em acoplador ou *in situ*, a partir das curvas de respostas dos AASI, em função das frequências obtidas com um sinal de entrada de fala, o equipamento calcula valores de SII em porcentagem, para uma entrada de 65dB NPS sem amplificação, e, com amplificação, para diferentes entradas de estímulo de fala, nas intensidades de 40 a 75dB NPS. O cálculo realizado pelo equipamento usa o método de 1/3 de oitava de frequências descrito pela ANSI S3.5-1997 sem considerar a banda de frequências de 160 Hz e sem ruídos mascarantes, ou seja, o equipamento calcula o SII para um ambiente ideal de escuta (Audioscan, 2010).

Os valores de SII são representados em uma escala de zero a 100%, em que zero significa nenhuma audibilidade e 100, audibilidade para todos os sons de fala.

O estímulo usado para a verificação dos AASI em todas as medidas foi o *Standard-speech (Speech-std 1) – Carrot passage*.

- Para programação dos AASI:

Programa NOAH System 3.0 com *softwares* dos fabricantes de AASI e a interface de programação Hi-Pro USB.

6.2.4 Procedimentos

6.2.4.1 Determinação dos limiares auditivos para análise

Os limiares auditivos utilizados na programação (LP) dos aparelhos foram determinados a partir da avaliação audiológica, conforme o protocolo estabelecido pela equipe da instituição. Já os limiares utilizados na análise foram: 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Quando a resposta para as

frequências eram ausentes até o limite dos equipamentos, o valor considerado foi o registrado no *software* Noah® para programação dos AASI, que, em geral, utiliza os valores máximos do audiômetro AC-33 da *Interacoustics*, a saber: para a frequência 250 Hz, o máximo do equipamento é 105 dB; para 500 Hz, 110 dB; para 1000, 2000 e 4000 Hz, 120dB. Para as orelhas em que a frequência 250 Hz não foi registrada, o limiar 250 Hz foi considerado igual à frequência 500Hz.

6.2.4.2 Obtenção valores SII

A partir dos limiares estabelecidos no processo diagnóstico, foram selecionados e programados aparelhos de amplificação sonora, a partir da regra prescritiva DSL_m[i/o]v5. Foram realizadas medidas RECD com os moldes auriculares. Quando isso não foi possível, utilizaram-se os valores preditos pelo equipamento Verifit®Audioscan.

Com limiares auditivos e RECD (medido ou predito), os AASI foram programados por meio do *software* das respectivas empresas dos aparelhos. Recursos como compressão ou transposição de frequências²⁰, quando disponíveis para o modelo de AASI, foram desativados.

No equipamento, Verifit®Audioscan, foram realizadas medidas de verificação para sons de fala de 55, 65 e 75dB NPS e para saída máxima MPO (90dB NPS). Para a determinação dos valores semelhantes entre as características eletroacústicas de ganho e saída prescritas no *software* DSL_m[i/o]v5 e os valores encontrados nos AASI, foi utilizada a diferença de 3dB positivos ou negativos. Scollie (2007) referiu que ultrapassar esses valores pode significar super ou subamplificação.

Neste estudo foram analisados os valores de SII para estímulo de fala de 55 e 65dB NPS.

No processo de verificação dos AASI foram obtidos os valores de SII para cada orelha estudada, totalizando 156 valores de SII.

²⁰ Transposição de frequências: transpor sons inaudíveis em frequências altas para uma zona frequencial baixa. Compressão de frequências: comprimir a largura de banda de frequências de saída do sinal em uma proporção específica em que haja audibilidade (Glista et al, 2009).

6.2.5 Análise de dados

6.2.5.1 Análise das diferenças entre alvo e a curva de resposta em função de frequências obtida na programação dos AASI

Foram analisadas as diferenças entre o alvo determinado pela regra prescritiva DSL m [i/o]v5 e as curvas de resposta em função de frequências obtida na verificação dos AASI nas cinco frequências estudadas (250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz) e calculadas as porcentagens de orelhas com diferença maior que 3 dB, em módulo, em cada frequência e grupo.

6.2.5.2 Construção de curvas de referência para valores de SII 55 e 65 dB NPS

Para descrever a relação entre SII 65 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz e entre SII 55 e a média nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz foram ajustados modelos de regressão. A partir dos resultados obtidos no ajuste dos modelos citados foram construídas curvas de referência para SII 65 e SII 55 (Harris e Boyd, 1995).

6.3 Resultados

6.3.1 Análise das diferenças entre alvo e a curva de resposta em função de frequências obtida na programação dos AASI

É na etapa de verificação dos AASI que se avalia se as características eletroacústicas dos aparelhos de amplificação estão de acordo com a regra prescritiva selecionada (DSL m [i/o]v5) para cada paciente.

A partir das curvas de resposta de frequências dos AASI obtidas no processo de verificação, para as diferentes intensidades de estímulos de teste, foi possível obter os valores do SII e avaliar a adequação dos AASI à regra prescritiva. Todos os AASI (78) foram ajustados o mais próximo possível do alvo prescrito pela regra, para as três intensidades de estímulo medida e a saída máxima (MPO).

Na Figura 10 estão representadas as diferenças entre os alvos desejados, de acordo com DSL m [i/o] v5, e os valores obtidos na verificação dos AASI, por frequência e por grupo para as intensidades de 65dB NPS.

Foram acrescentadas linhas horizontais representando os limites de 3dB positivo e negativo, como sugerido por Scollie (2007).

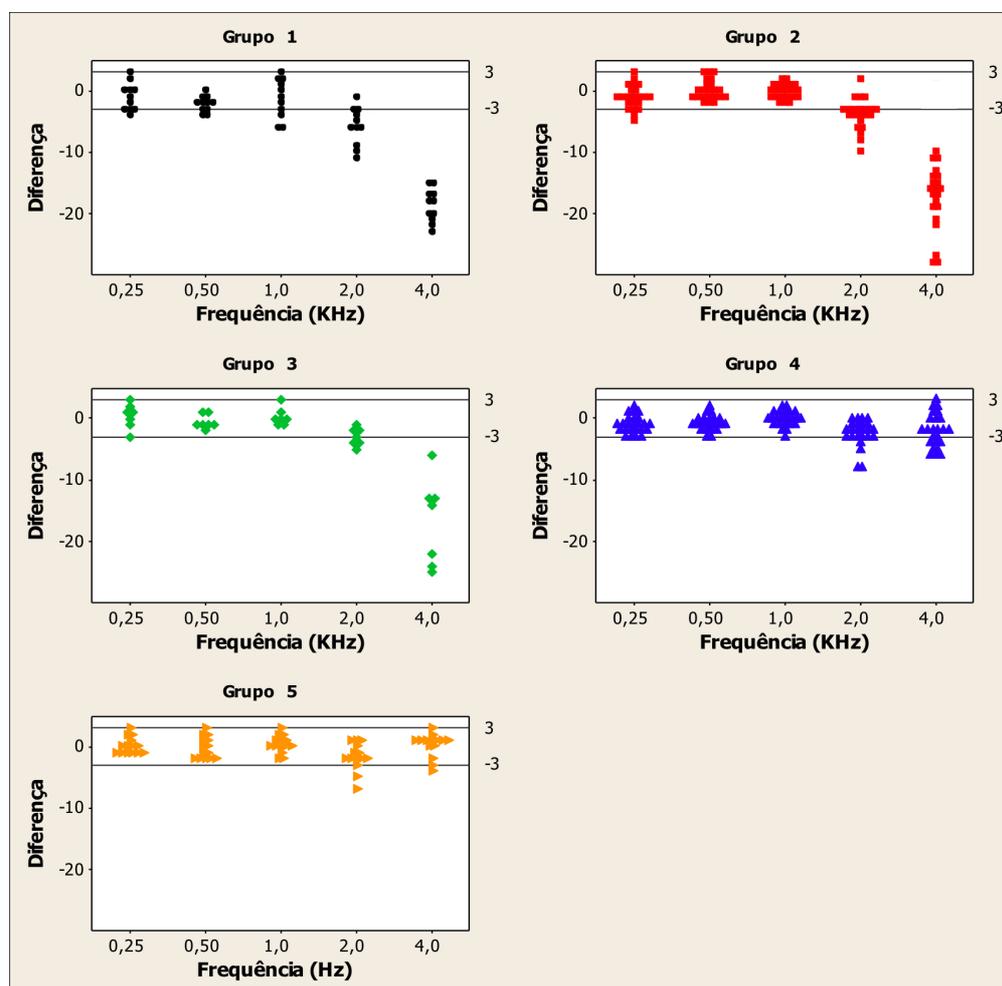


Figura 10 – Diferenças entre o alvo desejável e o obtido na verificação dos AASI por frequência e por grupo para intensidade de 65dB NPS

É possível observar que, na frequência 4000 Hz, todas as orelhas dos Gr1, Gr2 e Gr3 têm diferença menor (mais negativa) que -3 (ou ainda, o módulo da diferença é maior que 3), sugerindo limitação da amplificação inerente às características audiológicas para as frequências mais altas.

Na Tabela 18 estão as porcentagens de orelhas com valor absoluto da diferença maior que 3, em cada grupo e frequência para intensidade de 65dB NPS.

Tabela 18 - Porcentagens de orelhas com valores absoluto da diferença maior que 3 por grupo e frequência para intensidade de 65dB NPS (n=78)

Grupo	Frequência (kHz)				
	0,25	0,5	1	2	4
Gr1	9	18,1	27,2	72,7	100
Gr2	9,1	0	0	50	100
Gr3	0	0	0	42,8	100
Gr4	0	0	0	16,6	33,3
Gr5	0	0	0	14,2	7,1
Total	3,8	2,5	3,8	35,9	62,8

Nota-se que, de forma geral, as maiores porcentagens de diferenças maiores que 3, em valor absoluto, ocorreram nas frequências 2000 e 4000 Hz. Essas porcentagens são menores nos Gr4 e Gr5, grupos compostos, em maioria, por perdas auditivas de grau severo e moderado, os quais possuem área dinâmica da audição possível de adequar à curva de reposta do AASI para a intensidade do sinal de entrada de 65dB NPS. Porém, observa-se ainda um déficit nas frequências mais altas (2000 e 4000Hz), não é possível alcançar o alvo desejado pela regra em algumas orelhas nessas frequências.

Na Figura 11 estão representadas as diferenças entre o alvo desejável, de acordo com DSL_m[i/o]v5, e o alvo obtido na verificação dos AASI, por frequência e por grupo para as intensidades de 55 dB NPS. Foram acrescentadas linhas horizontais representando os limites de 3dB positivo e negativo, conforme sugerido por Scollie (2007).

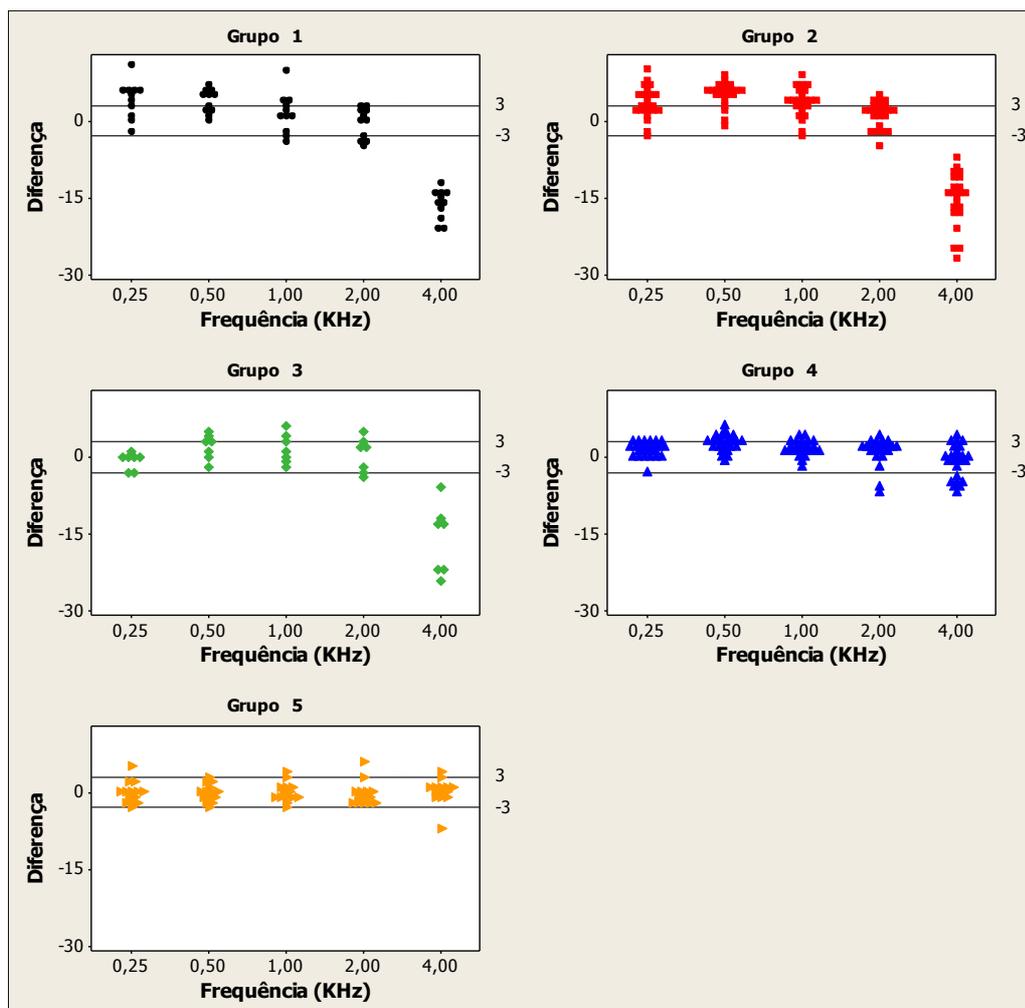


Figura 11 – Diferenças entre o alvo desejável e o obtido na verificação dos AASI por frequência e por grupo para intensidade 55dB NPS

Observa-se que, também para a intensidade de 55dB NPS, na frequência 4000 Hz, todos os indivíduos dos Gr1, Gr2 e Gr3 têm diferença menor (mais negativa) que -3 (ou ainda, o módulo da diferença é maior que três). Observa-se ainda que, de forma geral, para as orelhas dos Gr1, Gr2 e Gr3, nas frequências de 250, 500 e 1000 Hz a diferença foi maior (mais positiva) que 3dB, sugerindo que nas perdas auditivas de pior grau, com campo dinâmico reduzido, as curvas de resposta em função das frequências para sinal de entrada mais fraco (55dB NPS) ultrapassam os valores prescritos, pois é necessário o aumento do ganho para as intensidades de entrada mais fortes (65dB e 75dB NPS) e, na maioria dos casos, os valores prescritos para sons de fraca intensidade estão próximos dos limiares auditivos ou abaixo, fora do campo dinâmico da audição.

Na Tabela 19 são encontradas as porcentagens de orelhas com valor absoluto da diferença maior que 3 (positivo ou negativo), em cada grupo e frequência para intensidade 55dB NPS.

Tabela 19 - Porcentagens de orelhas com valores absoluto da diferença maior que 3 por grupo e frequência para intensidade 55 dB NPS (n=78)

Grupo	Frequência (kHz)				
	0,25	0,5	1	2	4
Gr1	63,3	54,5	36,3	27,2	100
Gr2	45,4	81,8	59	22,7	100
G3	0	28,5	28,5	28,5	100
Gr4	0	25	8,3	12,5	33,3
Gr5	7,14	0	7,14	7,14	14,2
Total	23	41	28,2	17,9	64,1

Nota-se que, no total, as porcentagens de diferença maior que 3, em valor absoluto, foram maiores que as diferenças obtidas na análise de 65dB NPS.

Os Gr1, Gr2 e G3 apresentaram maiores porcentagens de diferença maior que 3 em relação aos Gr4 e Gr5.

6.3.2 Construção de curvas de referência para SII 55 e SII 65

A partir das análises realizadas com os aparelhos de amplificação ajustados o mais próximo possível dos valores prescritos pela regra DSL_m[i/o] v5, foram construídas curvas de referência para valores de SII amplificado 65 e 55dB NPS, com o objetivo de disponibilizar uma ferramenta que auxilie o clínico a avaliar a adequação da amplificação de acordo com as características da perda auditiva a partir dos valores de SII.

Para a construção das curvas de referência para os valores de SII 55 e SII 65 foi utilizada a média das frequências 500, 1000 e 2000 Hz.

A escolha dessas frequências para a construção das curvas de referência dos valores de SII amplificado para as intensidades 65 e 55 dB NPS, deve-se ao fato de que, em muitos casos, não temos disponível no início do processo de indicação dos AASI os limiares auditivos em todas as frequências

Os diagramas de dispersão do SII 55 e SII 65 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz são encontrados na Figura 12.

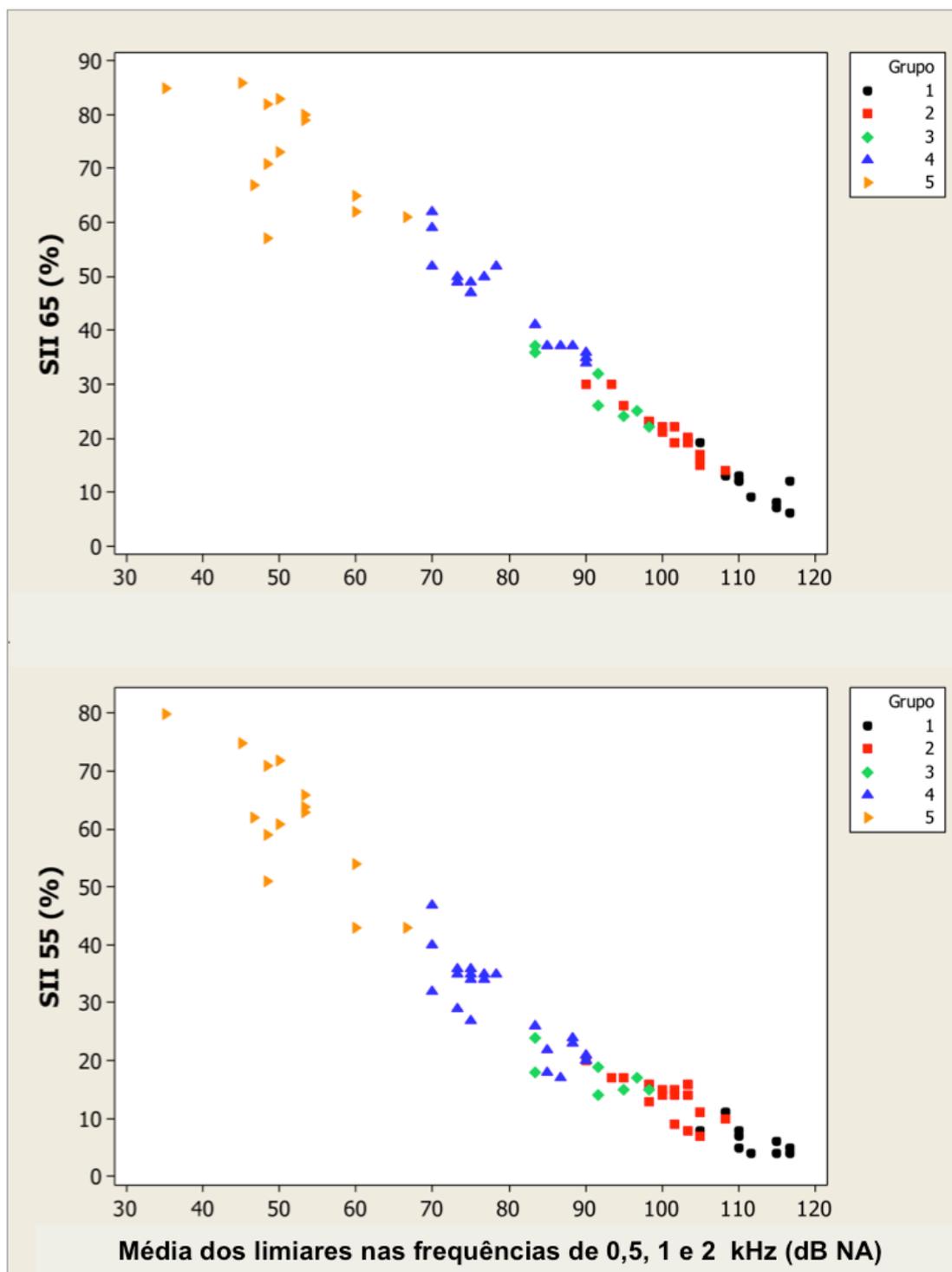


Figura 12 – Diagramas de dispersão do SII 65 (superior) e SII 55 (inferior) e a média dos limiares auditivos nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz

A relação entre o SII 55 e a média do limiar nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz pode ser ajustada pela equação abaixo:

$$\text{SII 55 ajustado} = 147,8 - 2,06 \times \text{média do limiar} + 0,007 \text{ média do limiar}^2.$$

Os resultados obtidos no ajuste do modelo estão resumidos na Tabela 20.

Tabela 20 - Resumo dos resultados obtidos no ajuste do modelo de regressão com SII 55 como variável resposta e a média dos limiaries nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz como variável explicativa

Variável	Coefficiente	Erro padrão	p	R ²
Constante	147,8	6,54	<0,001	0,96
Média	-2,06	0,17	<0,001	
Média ²	0,007	0,001	<0,001	

Curvas de referência de 95% para o SII 55 em função da média dos limiaries em 500, 1000 e 2000 Hz estão representadas na Figura 13. O limite superior e o inferior para SII 55 para um determinado valor da média do limiar são dados por:

$$\text{Limite superior} = 147,8 - 2,06 \times \text{média do limiar} + 0,007 \text{ média do limiar}^2 + 1,96 * \sqrt{16}$$

Limite inferior = $147,8 - 2,06 \times \text{média do limiar} + 0,007 \text{ média do limiar}^2 + 1,96 * \sqrt{16}$, onde 16 é o quadrado médio do resíduo obtido no ajuste do modelo de regressão.

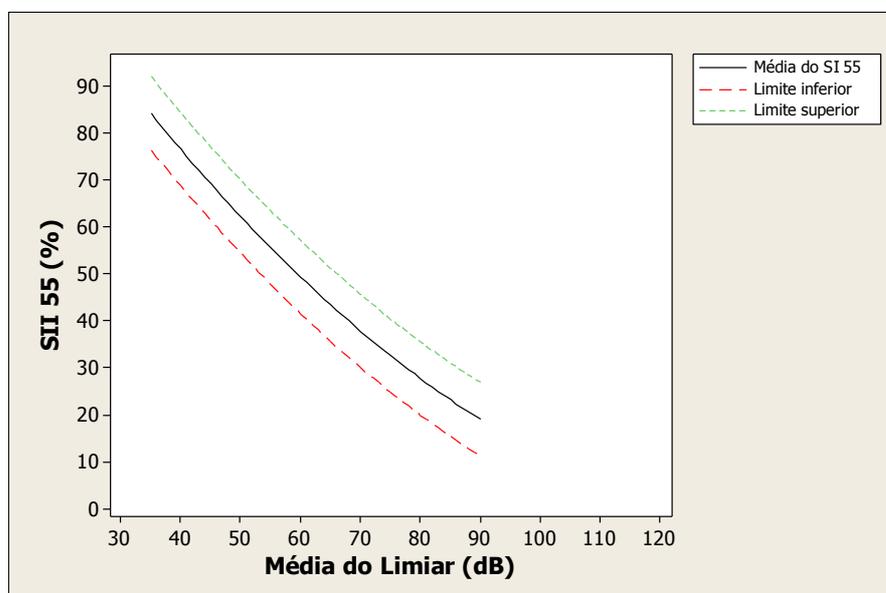


Figura 13 – Curvas de referencia de 95% para o SII 55 em função da média dos limiaries nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz

A relação entre o SII 65 e a média do limiar nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz pode ser ajustada pela equação abaixo:

$$\text{SII 65 ajustado} = 131,3 - 1,09 \times \text{média do limiar}.$$

Os resultados obtidos no ajuste do modelo estão resumidos na Tabela 21.

Tabela 21 - Resumo dos resultados obtidos no ajuste do modelo de regressão com SII 65 como variável resposta e a média dos limiares nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz como variável explicativa

Variável	Coefficiente	Erro padrão	p	R ²
Constante	131,30	1,63	<0,001	0,98
Média 500,1 e 2	-1,09	0,02	<0,001	

Curvas de referência de 95% para o SII 65 em função da média dos limiares em 500, 1000 e 2000 Hz estão representadas na Figura 14. O limite superior e o inferior para SII 65 para um determinado valor da média do limiar são dados por:

$$\text{Limite superior} = 131,3 - 1,09 \times \text{média do limiar} + 1,96 * \sqrt{10}$$

$$\text{Limite inferior} = 131,3 - 1,09 \times \text{média do limiar} - 1,96 * \sqrt{10}.$$

O valor 10 nas expressões acima corresponde ao valor do quadrado médio do resíduo obtido no ajuste do modelo de regressão.

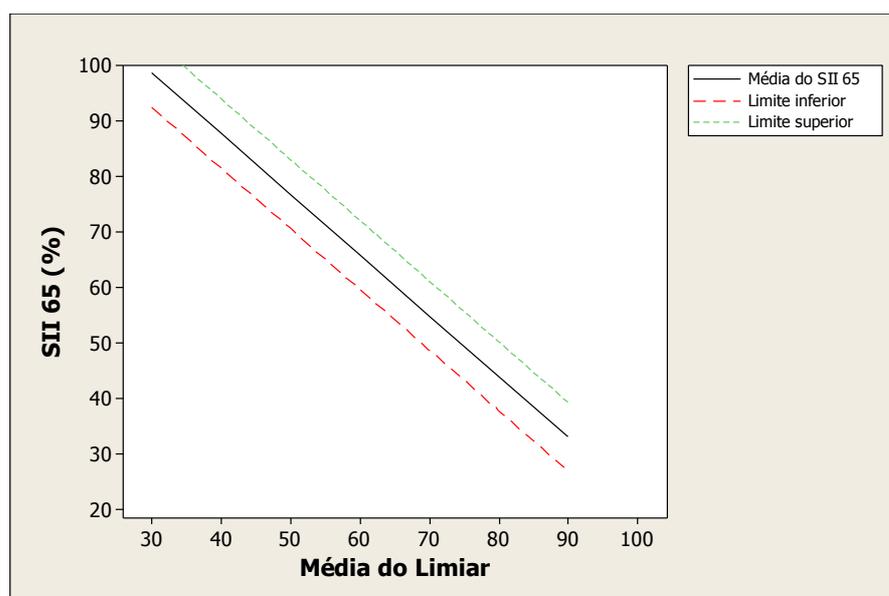


Figura 14 – Curvas de referência de 95% para o SII 65 em função da média dos limiares na frequências 500, 1000 e 2000 Hz

6.4 Discussão

Neste estudo, a partir do procedimento de verificação, foi possível adequar as curvas de repostas de frequências dos AASI para diferentes intensidades de sinal de entrada, para cada orelha, de acordo com a regra prescritiva DSL_m[i/o]v5. Os valores de SII foram obtidos de uma programação com as curvas de resposta de frequências dos AASI o mais próximas possível do alvo.

Quando se observa a relação alvo-saída para regra DSL_m[i/o]v5, nota-se que, nos grupos com maiores perdas auditivas, as diferenças entre alvo e saída são maiores. Isso se deve às limitações dos aparelhos de amplificação sonora inerentes às perdas auditivas com campo dinâmico reduzido. Observa-se também que a frequência 4000 Hz é a que mais apresenta diferença entre alvo e saída, exceto no Gr5, no qual encontramos limiares de até 85dB NA e uma orelha em 95 B NA.

A análise das diferenças entre alvo e saída do AASI mostrou as limitações da amplificação em determinadas frequências e para determinados graus e configurações de perda auditiva.

Pôde-se observar que nos Gr1 e Gr2 para a intensidade de um sinal de entrada de 65 dB NPS, todas as frequências apresentaram diferenças entre o alvo prescrito e a resposta do AASI, principalmente nas frequências 2000 e 4000Hz, em que as diferenças foram maiores e negativas.

Para a intensidade do sinal de entrada de 55dB NPS, as porcentagens de orelhas com valores absolutos foram maiores, comparando aos resultados com o sinal de entrada 65dB NPS.

Para as frequências até 1000Hz obtiveram-se diferenças positivas maiores que 3dB entre o alvo e a curva de resposta em função de frequências do AASI, pois, para adequar a curva de repostas do AASI aos alvos prescritos para o sinal de entrada 65dB NPS, é necessário aumentar o ganho no máximo da potência do AASI. Conseqüentemente, os sons de fraca intensidade ultrapassam os valores prescritos que, em geral, estão fora da área dinâmica da audição, gerando as diferenças observadas.

Nos Gr1 e Gr2, a programação do aparelho de amplificação parece ser efetiva somente para acesso aos sons de forte intensidade. Os AASI não proporcionam audibilidade para sons de fraca intensidade.

Nos Gr3, Gr4 e Gr5, foram observadas diferenças entre alvo prescrito e o valor obtido na verificação do AASI, nas frequências 2000 e 4000 Hz para a intensidade 65dB NPS.

No Gr3, as porcentagens dos valores absolutos foram maiores. Nos Gr4 e Gr5, as porcentagens dos valores das diferenças foram menores, indicando que existem limitações da amplificação nas frequências mais altas, mesmo para perdas auditivas com menores médias de limiares auditivos.

Alguns modelos e marcas de aparelhos de amplificação sonora disponibilizam a tecnologia de compressão ou transposição de frequência que possibilita o acesso aos sons de fala com características acústicas nas frequências altas.

Estudos sobre essas tecnologias, que propiciam audibilidade para sons de fala nas frequências altas, como /s/ e /ʃ/, foram realizados afim de avaliar a melhora da inteligibilidade de fala (Amos e Humes, 2007; Glista et al, 2009; Glista, Scollie e Sulkers, 2010; McCreery, 2012). O presente estudo não considerou esta tecnologia na análise dos valores de SII gerados na verificação dos ASSI.

Portanto, em relação à adequação das curvas de resposta em função de frequências dos aparelhos de amplificação em relação ao alvo prescrito, obteve-se que: para as perdas auditivas com características dos Gr1, Gr2 e Gr3, a programação dos aparelhos de amplificação precisa estar o mais próximo possível do alvo prescrito para garantir que sons de forte intensidade estejam dentro da área dinâmica da audição até pelo menos a frequência 1000 Hz, sabendo que, para o sinal de entrada mais fraco (55dB NPS), os valores podem ultrapassar o prescrito (até 1000Hz); para orelhas com perdas auditivas com características dos Gr4 e Gr5, a programação precisa estar com até 3dB de diferença positivos ou negativos nas frequências de 250 a 1000 Hz e o mais próximo do alvo prescrito nas frequências de 2000 a 4000 Hz para as entradas de 65 e 55 dB NPS.

Tais dados estão de acordo com o exposto por Bagatto et al. (2011), que referiu critérios para a adequação da amplificação em diferentes graus de perda auditiva com o objetivo de estabelecer valores de referência para o SII na elaboração de protocolo de avaliação de resultados do desenvolvimento de crianças deficientes auditivas com idade entre zero a seis.

A verificação dos AASI na população pediátrica é condição indispensável para averiguar a adequação dos aparelhos de amplificação sonora para cada caso. Estudos como os de Seewald et al (2008) e Rezende, Figueiredo e Novaes (2012) comprovaram a necessidade da verificação para avaliar a audibilidade adequada para cada caso, sendo indicado o uso de regras prescritivas baseadas em evidência científica como a DSL_m[i/o] v5 e não o uso das regras dos fabricantes de AASI.

A partir das análises, construíram-se curvas de referência de valores de SII 65 e SII 55 para auxiliar os fonoaudiólogos na avaliação da adequação da amplificação para cada caso.

Os dados encontrados neste estudo relativos às curvas de referência para valores de SII 65 estão de acordo com a curva proposta por Bagatto et al. (2011). Os autores estudaram os valores de SII e determinaram valores de referência para a intensidade conversacional (65dB NPS).

Além das curvas de referência para 65dB NPS, neste estudo, foram determinados também os valores de referência para a intensidade de entrada de 55dB NPS, para avaliação da amplificação para os sons de fala de fraca intensidade.

As análises foram realizadas a partir da média das frequências 500, 1000 e 2000 Hz devido ao fato de que, muitas vezes, no início do processo de seleção dos AASI em crianças, temos disponíveis, primeiramente, essas frequências. Os protocolos de diagnóstico audiológico pediátrico ressaltam que as frequências 500 e 2000 Hz são minimamente necessárias para estabelecer grau e configuração de perda. Portanto o início do processo de intervenção com a indicação dos AASI se dá com os limiares auditivos nas frequências disponíveis (AAA, 2012).

As curvas de referência de valores de SII podem ser incluídas nos protocolos de seleção e indicação de aparelhos de amplificação sonora e acompanhamento audiológico para avaliar a adequação da amplificação, assim como sugeriu Bagatto et al. (2011).

6.5 Conclusões

- Para as perdas auditivas com características dos Gr1, Gr2 e Gr3 a programação dos AASI, de modo geral, atinge o alvo prescrito para a entrada de 65 dB NPS até a frequência 1000 Hz nos Gr1 e Gr2 e até 2000 Hz no Gr3. Devido ao campo dinâmico da audição muito reduzido e à necessidade de priorizar o sinal de entrada conversacional (65dB NPS), a curva de resposta em função de frequências para a entrada de 55dB NPS acabam ultrapassando os valores prescritos;
- Para orelhas com perdas auditivas com características dos Gr4 e Gr5, a programação dos AASI, de modo geral, atinge o alvo prescrito, com até 3dB de diferença positivos ou negativos nas frequências de 250 a 2000 Hz para as entradas de 65 e 55dB NPS. No entanto, na frequência 4000 Hz, pode não ser possível alcançar o alvo prescrito. Para esses casos, é necessário que a resposta do AASI esteja o mais próximo do alvo, na frequência 4000 Hz, para as entradas 65 e 55 dB NPS;
- Curvas de referência com valores de SII amplificado para as intensidades 65 e 55 dB NPS, foram construídas a partir dos critérios descritos nas conclusões acima. As curvas podem ser incluídas nos protocolos de seleção e indicação de aparelhos de amplificação sonora e acompanhamento audiológico, para contribuir para a avaliação da adequação da amplificação, de acordo com a regra prescritiva DSL m [i/o]v5, mesmo quando os valores de SII não podem ser medidos em equipamentos específicos.

7. ESTUDO 4

Processo de validação da amplificação em crianças com deficiência de audição: Índice de inteligibilidade de fala - SII - e comportamento auditivo

7.1 Introdução

Em se tratando do desenvolvimento do sistema nervoso auditivo central (SNAC), sabe-se que as habilidades auditivas são adquiridas de maneira sequencial. Nos primeiros meses de vida, o bebê fica atento aos padrões vocais que caracterizam e identificam um falante para, posteriormente, reconhecer palavras e frases (Werner, 2002, 2007). Nesse sentido, para desenvolverem satisfatoriamente as habilidades auditivas e de linguagem é importante que bebês e crianças estejam expostos à estimulação sonora de qualidade, em ambiente adequado. Qualquer interferência do acesso ao som pode prejudicar o desenvolvimento de uma criança, seja a interferência de um ambiente muito ruidoso e inadequado ou qualquer tipo e grau de perda auditiva.

Flexer (1998) cunha o termo “efeito bola de neve” no desenvolvimento da linguagem da criança, quando há diagnóstico da deficiência auditiva e/ ou a intervenção tardia, ou quando a criança não usa de forma adequada os aparelhos de amplificação sonora (AASI) ou implante coclear (IC).

O aprendizado das habilidades auditivas e de linguagem é sequencial e cumulativo. Não adquirir habilidades iniciais gera atrasos ao longo do desenvolvimento, que prejudicam ou até impossibilitam a aquisição de habilidades posteriores, ficando a criança com diversas dificuldades de linguagem que, futuramente, poderão refletir prejudicialmente nas habilidades de leitura e escrita.

De fato, simplesmente usar os AASI ou IC não assegura o desenvolvimento de linguagem. A tecnologia dos dispositivos eletrônicos para deficiência de audição, adequados à perda auditiva de cada caso propiciam audibilidade e inteligibilidade dos sons de fala, o que é primordial, mas não suficiente para o desenvolvimento da linguagem.

Vários fatores estão envolvidos na evolução do desenvolvimento global das crianças. Pesquisas, que ao longo da última década, foram realizadas para investigar quais fatores contribuíram para o desenvolvimento de linguagem das crianças com deficiência auditiva (Yoshinaga-Itano, 2003; Ching et al., 2007; Vohr et al., 2008; Moeller et al., 2009; Ching et al., 2010; Yoshinaga-Itano et al., 2010; Ching et al., 2011; Fitzpatrick et al., 2011; Boons et al., 2012), concluíram que a idade no início da intervenção, a adesão da família ao tratamento, o uso consistente dos aparelhos auditivos, o nível socioeconômico dos pais são variáveis importantes para que as crianças alcancem um desenvolvimento satisfatório.

Os resultados das pesquisas sobre quais fatores determinam ou contribuem para o desenvolvimento de linguagem das crianças com deficiência auditiva, chamam a atenção dos fonoaudiólogos para tomadas de decisões clínicas e terapêuticas que visem o manejo e cuidados de tais fatores com o objetivo de propiciar o desenvolvimento auditivo e de linguagem caso a caso.

Sobre os vários estudos e discussões em torno dos fatores que determinam o desenvolvimento de linguagem de crianças com deficiência de audição, Bamford (2010) referiu que se sabe o bastante para poder dizer com confiança que a identificação precoce sozinha não é suficiente para o desenvolvimento de linguagem: a intervenção fonoaudiológica e o apoio familiar são fundamentais.

A terapia fonoaudiológica com a participação da família desde os primeiros meses de vida, é fundamental. Visa o desenvolvimento harmônico do bebê ou criança com deficiência de audição, por meio do manejo de interferências ambientais, como ruído e distância do falante, e tem como objetivo aumentar o número de oportunidades de interações verbais (Figueiredo e Novaes, 2012)

A intervenção fonoaudiológica se inicia logo após o diagnóstico audiológico, com a seleção e a adaptação dos aparelhos de amplificação sonora, o que envolve procedimentos de verificação e validação da amplificação para cada caso, assim como tomadas de decisões clínico

terapêuticas, junto com a família, quanto à escolha da abordagem educacional e outros encaminhamentos necessários.

No entanto, obter resultados sobre o benefício da amplificação para o desenvolvimento de linguagem na população abaixo de três anos de idade, não é tarefa fácil. As avaliações iniciais dependem, em grande parte, da verificação das características eletroacústicas da amplificação compatíveis com a prescrição de ganho e saída, gerados pela regra $DSL_{m}[i/o]$, a partir dos limiares auditivos e da medida da orelha real – RECD (Moodie et al., 2007; Bagatto, Moodie e Scollie, 2010).

A audibilidade para os sons de fala pode ser inferido a partir do grau e da configuração audiométrica e do valor estimado expresso em porcentagem do ganho amplificado para inteligibilidade de sons de fala, por meio do Índice de Inteligibilidade de Fala (SII – *Speech Intelligibility Index*) (ANSI, 1997 [R2012]). No entanto, é na avaliação funcional do benefício dos AASI que o processo de validação da amplificação se consolida.

Segundo o protocolo de amplificação pediátrica American Academy of Audiology (2003), a validação compreende a avaliação das vantagens e das limitações das habilidades auditivas proporcionadas pela amplificação. A validação - processo contínuo realizado para assegurar que a criança tenha o melhor acesso aos sons de fala e para monitorar a qualidade da amplificação – se inicia imediatamente após a seleção e a verificação dos AASI. Para tanto, deve contar com avaliações em ambientes controlados e no mundo real.

Humes (2012) referiu que a validação não é um procedimento opcional, mas requerido no processo de seleção. São questões fundamentais para os procedimentos de validação: Quais resultados devem ser medidos? Como e quando devem ser medidos?

A pré determinação de comportamentos esperados (desempenho auditivo) conforme audibilidade definida pelos limiares (capacidade auditiva) pode ser considerada um dos aspectos mais importantes do início do procedimento de validação. A relação entre o esperado e o obtido nesse processo, é o que norteia as tomadas de decisão clínico-terapêuticas do fonoaudiólogo.

Nos casos de discrepância, pode ser necessário rever a avaliação audiológica, retomar procedimentos de verificação, ou avaliar fatores psicossociais que possam estar interferindo nas respostas, como atraso no desenvolvimento sensório motor e alterações de comportamento. Fatores como o uso inconsistente do AASI nos períodos iniciais também podem interferir na qualidade das respostas comportamentais para o som.

A experiência do profissional em avaliar as características individuais de cada caso, é o que estabelece quais as condições esperadas de respostas auditivas e o desenvolvimento de cada criança num determinado tempo, ao longo do processo de intervenção fonoaudiológica. Só assim é possível orientar a família quanto a desenvolvimento, reabilitação e outros encaminhamentos (Boons et al., 2012).

Tendo em vista as variáveis que influenciam o desenvolvimento das crianças com deficiência de audição e a importância da validação no processo de seleção de AASI, e considerando o esperado e o observado como resultado no início do processo de intervenção, a validação visa também nortear esse processo quanto às abordagens educacionais e condutas clínicas, além de mostrar à família a efetividade do tratamento e contribuir para adesão ao tratamento.

Para a validação da amplificação em bebês e crianças abaixo de três anos há questionários para avaliar o benefício da amplificação em conjunto com a família, escola, terapeuta e todos os envolvidos com o tratamento da criança (Martinelli-Lório e Menegotto, 2009). Esses questionários abrangem questões que avaliam o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem em diversas situações e ambientes.

Quanto às medidas para a avaliação da amplificação em bebês de até dois anos de idade, temos disponíveis poucos procedimentos sistematicamente descritos. O Programa de Implante Coclear de Bauru, em 2001, organizou um material com diversos procedimentos de avaliação do benefício da amplificação para pacientes de várias idades. Entre eles, a “Avaliação Clínica do Comportamento Auditivo” orienta o profissional sobre como observar o comportamento auditivo de bebês até 18 meses de idade, descrevendo o posicionamento da criança e do avaliador e os estímulos que

devem ser utilizados, assim como um quadro-resposta para sistematização das reações observadas. Tal procedimento sugere a observação do comportamento auditivo com estímulos verbais (sons de Ling e outros) e não verbais dados a 40cm de distância entre o avaliador e a criança.

Os Seis Sons de Ling - /m/, /u/, /a/, /i/, /j/ e /s/- foram descritos (Ling, 2006) como um teste rápido, que permite avaliar o acesso para sons de fala. Fornece uma verificação rápida e válida da habilidade das crianças para detectar e identificar sons em toda a faixa de frequências do discurso. Para tanto, Ling descreveu as duas formas de realização do teste, nas quais se solicita que a criança levante a mão quando ouvir, ou use brinquedos de encaixe, como na audiometria lúdica (detecção), ou ainda que repita o som escutado (identificação). Ling sugeriu aplicar o teste a distâncias de um metro e três metros, para avaliar diferentes situações conversacionais.

Escutar à distância significa, para o desenvolvimento de linguagem, aumentar as oportunidades de exposição à língua oral e, conseqüentemente, aumentar as oportunidades de apreensão da língua, o que está relacionado com a aprendizagem incidental. Segundo Kane, Howard-Robinson e Tamparong (2009), a aprendizagem incidental ocorre quando a criança escuta a fala que não é diretamente dirigida a ela e aprende com isso. Muitas palavras são aprendidas involuntariamente quando a criança tem acesso a conversas à distância. Akhtar, Jipson e Callanan (2001) e Knightly et al (2003) relataram que crianças com audição normal que tiveram acesso à língua de forma indireta, adquiriram novas palavras e tiveram melhor percepção e produção de fala quando mais velhas, nas línguas a que estiveram expostas.

Em bebês e crianças até três anos de idade, avaliar a audição em várias distâncias não é tarefa fácil, visto que o comportamento auditivo pode variar conforme a idade, o desenvolvimento cognitivo e a experiência auditiva de cada criança. Portanto, é importante considerar a necessidade de avaliar a qualidade da resposta em cada caso, pois, muitas vezes o comportamento auditivo e qualidade de resposta observados podem não refletir, diretamente, a capacidade auditiva da criança.

Na rotina clínica da Audiologia Pediátrica, para orientação dos pais e para nortear o processo terapêutico, considerando que bebês e crianças pequenas dependem do aprendizado incidental para êxito no desenvolvimento de linguagem, a distância se torna determinante para a avaliação das habilidades auditivas, assim como a avaliação da qualidade da resposta auditiva em cada caso. Daí o foco do presente trabalho.

Considerando a variabilidade de aspectos, como desenvolvimento cognitivo, auditivo e outros fatores que podem influenciar no comportamento auditivo, e a necessidade de um procedimento sistemático de validação da amplificação em crianças abaixo de três anos de idade que contemple a avaliação do comportamento auditivo, este estudo visa contribuir para o processo de validação, estabelecendo relações entre tipos de respostas comportamentais auditivas que demonstrem detecção de estímulos familiares e não familiares em diferentes situações de distância/audibilidade. Variáveis de confusão serão analisadas quando houver interferência no desempenho esperado de cada caso.

7.2 Método

7.2.1 Local da pesquisa e Preceitos éticos

Este estudo foi realizado no Centro Audição na Criança (CeAC), ligado à Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – DERDIC/ PUC-SP, ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia/ Linha de Pesquisa Audição na Criança, da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da PUC-SP. Trata-se de um serviço de alta complexidade credenciado pelo Sistema Único de Saúde (SUS), que oferece atendimento a crianças com suspeita ou deficientes auditivas abaixo dos três anos de idade.

Parte de um projeto de estudo mais abrangente sobre o processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora para bebês nos primeiros anos de vida, este projeto seguiu os preceitos estabelecidos no código de ética para pesquisa com seres humanos, e foi aprovado pelo comitê de ética da PUC- SP, conforme protocolo de pesquisa nº 337/2010.

7.2.2 Sujeitos da pesquisa

- Critérios de seleção:

Foram selecionados para este estudo oito pacientes, com idades entre 11 meses e 28 meses, com diagnóstico de deficiência auditiva sensorineural de grau moderado a profundo com qualquer configuração audiométrica que participaram do processo de seleção de aparelho de amplificação sonora no CeAC antes de completarem dois anos de vida, durante os anos 2011 e 2012, e que retornaram para acompanhamento no período da coleta de dados.

Os casos atenderam aos seguintes critérios para participação na pesquisa:

- ter realizado processo de diagnóstico audiológico e de seleção de AASI no CeAC;
- ter finalizado diagnóstico e iniciado o processo de seleção de AASI até os 24 meses de idade, a partir do estabelecimento dos limiares auditivos, de acordo com o protocolo de diagnóstico audiológico utilizado na instituição;
- ser candidato ao uso de aparelhos de amplificação sonora não-linear com recurso de memória de tempo de uso em média de horas por dia;
- não apresentar outros comprometimentos (cognitivos, distúrbios motores, neurológicos, psicológicos, visuais e/ou problemas graves de saúde) que pudessem comprometer o desenvolvimento da linguagem, conforme avaliado por médico otorrinolaringologista e neuropediatra;
- não apresentar qualquer condição que pudesse ser classificada como desordem do espectro da neuropatia auditiva;
- ter concluído todos os procedimentos propostos neste estudo;
- termo de autorização e consentimento livre assinado pelos pais e/ou responsáveis, conforme estabelecidos e aprovados pela Comissão de Ética da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP).

- Caracterização dos sujeitos:

As idades no diagnóstico audiológico, no início da intervenção fonoaudiológica com a seleção dos aparelhos de amplificação sonora (AASI), e as idades cronológicas e auditivas na época das avaliações deste estudo estão organizadas na Tabela 22.

Tabela 22 - Idades no diagnóstico, na seleção dos AASI, cronológica e auditiva na época da avaliação do comportamento auditivo dos oito casos estudados

Casos	ID Diag (meses)	ID AASI (meses)	ID Cron (meses)	ID Aud (meses)
Fn	7	8	11	3
Eb	1	2	18	16
Go	13	14	21	7
Bh	9	10	23	13
Ms	16	19	23(20)*	4
Pp	4	9	25	16
Ar	7	8	26	18
Mf	4	5	28	23

ID Diag- Idade no início do processo diagnóstico; ID AASI – Idade no início do processo de seleção de AASI; ID Cron – Idade cronológica na época da avaliação do comportamento auditivo; ID Aud – Idade auditiva na época da avaliação do comportamento auditivo; * (idade corrigida devido à prematuridade).

Todos os casos passaram por triagem auditiva neonatal (TAN) e foram diagnosticados com perda auditiva sensorineural bilateral. A Tabela 23 resume as características auditivas consideradas neste estudo.

Tabela 23 - Características audiológicas dos casos estudados

Casos	Etiologia	Média limiares*(dB NA) Melhor orelha	Grau** Melhor orelha	Padrão de variação
Eb	Provável: Consanguinidade	54	Moderado	Estável
Fn	Desconhecida	58	Moderado	Estável
Go	Provável: Consanguinidade	74	Severo	Estável
Ms	Provável: Prematuridade	74	Severo	Estável
Ar	Provável: Fatores perinatais	75	Severo	Estável
Pp	Desconhecida	78	Severo	Progressiva
Bh	Confirmada: 35deIG	106	Profundo	Progressiva
Mf	Desconhecida	109	Profundo	Progressiva

*Média dos limiares auditivos nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000Hz na melhor orelha em dB NA; **Grau da perda auditiva na melhor orelha segundo a classificação WHO, 2007; Padrão de variação – segundo critério de Pupo, 2003.

O audiograma da melhor orelha dos oito casos estudados pode ser visualizados na Figura 15.

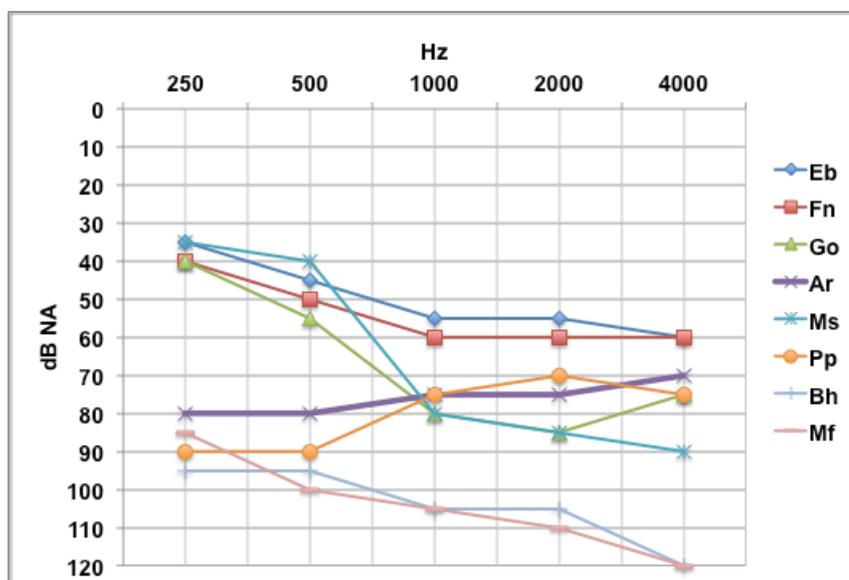


Figura 15 - Audiograma (frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz) da melhor orelha dos oito casos estudados

Dos oito casos, enquanto um caso realizava terapia fonoaudiológica duas vezes por semana (Bh), os outros realizavam uma vez por semana. Por outro lado, Eb realizava terapia fonoaudiológica particular, enquanto os outros, em locais (postos de saúde e instituições) ligados à rede de saúde auditiva.

De acordo com o estudo de Stella (2013) sobre a efetividade do processo de contra referência para terapia fonoaudiológica, a partir dos procedimentos estabelecidos na Rede de Saúde Auditiva da Secretaria de Saúde do município de São Paulo, em um serviço de alta complexidade, concluiu-se que o processo de contra referência foi efetivo para 50% dos sujeitos estudados em conseguirem o atendimento, mas não foi efetivo, conforme presumido nas portarias de saúde auditiva, quanto à frequência terapêutica semanal e disponibilidade de vagas pelos serviços. Portanto, a realidade dos casos estudados em um centro de alta complexidade credenciado pela portaria de saúde auditiva, é de terapia fonoaudiológica uma vez por semana.

Em relação ao nível socioeconômico da família²¹, seis casos apresentaram classificação socioeconômica tipo C, segundo a classificação adotada do IBGE, e os casos Er e Bh foram classificados com níveis socioeconômicos B1 e B2, respectivamente. A Tabela 24 resume os dados em relação à classificação socioeconômica e à escolaridade dos pais.

Tabela 24 - Nível de escolaridade dos pais e Classificação socioeconômica segundo IBGE dos oito casos estudados

Casos	Nível escolaridade mãe	Nível escolaridade pai	Classificação IBGE
Eb	Superior Completo	Superior Completo	B1
Bh	Superior completo	Superior completo	B2
Fn	Médio Completo	Médio Completo	C1
Ms	Fundamental 2 incompleto	Médio incompleto	C1
Go	Médio completo	Fundamental 2 completo	C2
Ar	Médio completo	Fundamental 1 incompleto	C2
Pp	Fundamental 2 completo	Médio incompleto	C2
Mf	Fundamental 2 incompleto	Fundamental 2 incompleto	C2

Duas crianças tinham pais com nível superior completo; os das demais variaram entre ensino fundamental e médio completo.

Conforme estudo sobre efetividade do processo de contra referência de crianças para terapia fonoaudiológica em um serviço de saúde auditiva Stella (2013), dos 41 sujeitos estudados na análise, 43,9% apresentaram mãe com ensino médio completo, 39% com níveis educacionais inferior ao ensino médio, e 4,9%, com ensino superior completo.

7.2.3 Material

- Para avaliação audiológica:
 - Audiômetro modelo AC-33 da Interacoustics, calibrado de acordo com as normas ISO 389-1(1998), ISO 389-3 (1994), ISO 389-4 (1994) e IEC 675 (1992);
 - Imitanciômetro modelo AT – 235H da Interacoustics;
 - Otoscópio marca Heine, tipo Standard N 2.5 V de fibras óticas.

²¹ Critério de classificação econômica Brasil – ABEP, 2012. De acordo com a pontuação obtida, as famílias podem ser classificadas em: A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E - Anexo 5.

- Para classificação das perdas auditivas e avaliação dos valores de SII:

- Seguindo o critério para classificação por grupo e intervalos de SII segundo Figueiredo e Novaes (2013)²², o Quadro 4 organiza a classificação por grupo, as equações da análise discriminante para a determinação do grupo ao qual as características audiológicas de cada caso pertencem, e os intervalos de valores de SII 65.

Quadro 4 – Classificação das perdas auditivas por grupo e intervalos de SII segundo Figueiredo e Novaes (2013)

Grupos	Equações análise discriminante/ Características audiológicas	Intervalos SII 65 (Int _{SII})
Gr1	-242,9 + 1,1 x LP 0,25 + 1,9 x LP 0,5 – 0,5 x LP 1 + 0,8 x LP 2 + 1,2 x LP 4 Grau profundo/configurações horizontais	Int_{SII} ≤ 35 (SII 65 até 35%)
Gr2	-195,3 + 0,9 x LP 0,25 + 1,6 x LP 0,5 – 0,4 x LP 1 + 0,7 x LP 2 + 1,1 x LP 4 Grau profundo/configurações descendentes leve	
Gr3	-148,4 + 0,2 x LP 0,25 + 1,6 x LP 0,5 – 0,2 x LP 1 + 0,8 x LP 2 + 0,9 x LP 4 Grau profundo/configurações descendentes acentuadas ou em rampa	
Gr4	-124,7 + 0,7 x LP 0,25 + 1,4 x LP 0,5 – 0,3 x LP 1 + 0,5 x LP 2 + 0,9 x LP 4 Grau severo e profundo até 90dB/ configurações horizontais e descendentes leve	Int_{SII} 36-55 (SII 65 entre 36 e 55%)
Gr5	-54,4 + 0,5 x LP 0,25 + 0,9 x LP 0,5 – 0,3 x LP 1 + 0,4 x LP 2 + 0,6 x LP 4 Grau moderado e severo até 66dB/ configurações horizontais e descendentes leve	Int_{SII} ≥ 56 (SII 65 maiores que 55%)

- Curvas de referência para avaliação dos valores de SII 55 e SII 65 em relação à média nas frequências 500, 1000 e 2000 Hz, segundo Figueiredo e Novaes (2013)²³ (Figura 16).

²² Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva $DSL_{m[i/o]}v5$ (Capítulo 4)

²³ Valores de referência para o SII – Índice de inteligibilidade de fala – amplificado de acordo com a regra prescritiva $DSL_{m[i/o]}v5$ (Capítulo 6)

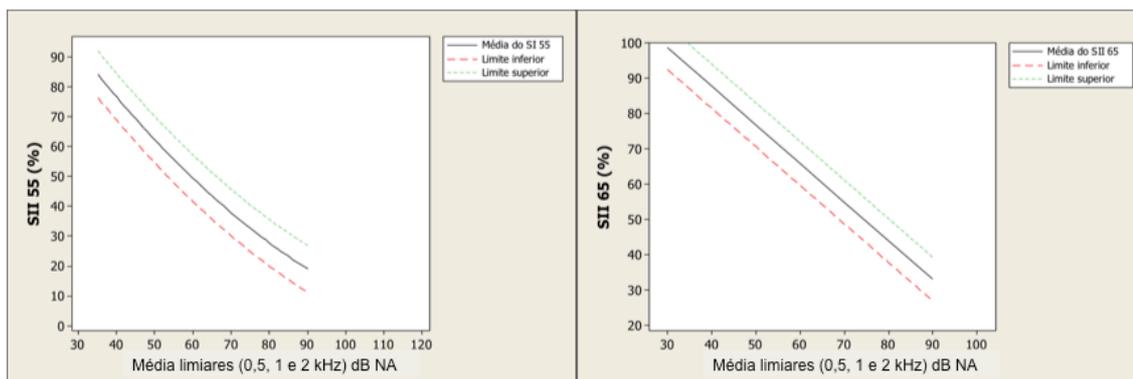


Figura 16 – Curvas de referência para valores de SII 55 e SII 65 (Figueiredo e Novaes, 2013)

- Para avaliação do comportamento auditivo:
 - Instrumento de Avaliação sistemática do comportamento auditivo

Instrumento elaborado para projeto sobre processo de seleção e validação de aparelhos de amplificação sonora do qual este estudo faz parte, a partir do instrumento de avaliação da percepção de fala e desenvolvimento de linguagem elaborado por Versolato-Cavanaugh, 2010²⁴ (Anexo 3).

Avalia as respostas para os Sons de Ling (/a/, /u/, /i/, /ʃ/, /s/, /m/) e para onomatopeias (au au, miau, muuu e brumm), por meio da observação do comportamento auditivo.

Sobre o Instrumento Avaliação Sistemática do Comportamento Auditivo:

Estímulo sonoro

Sons de Ling: a avaliação das respostas auditivas com os sons de Ling é uma forma de verificar se a criança tem acesso aos sons de fala (vogais e consoantes).

De acordo com Ling (2002), os sons utilizados para o teste foram selecionados por abranger todo o espectro da fala. O Quadro 5 mostra as características acústicas de cada estímulo.

²⁴ Projeto doutorado: Intervenção precoce na deficiência auditiva: repercussões no desenvolvimento de habilidades auditivas, percepção e produção de fala. Informações do projeto disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/112816/intervencao-precoce-deficiencia-auditiva-repercussoes/> [acessado em 2 de fevereiro de 2013]

Quadro 5 - Características acústicas do sons Ling (Ling,2002 e 2006)

Sons de Ling	Características acústicas
/m/	Corresponde à frequência 250Hz, mais e menos ½ oitava
/u/	Corresponde à frequência 500Hz, mais e menos ½ oitava
/a/	Corresponde à frequência 1000Hz, mais e menos ½ oitava
/i/	Primeiro formante 500Hz, segundo formante 2000Hz
/j/	Corresponde à frequência 2000Hz, mais e menos ½ oitava
/s/	Corresponde à frequência 4000Hz, mais e menos ½ oitava

Onomatopeias: foram escolhidas quatro onomatopeias (/au au/, /brumm/, /miau/ e /muuu/) para compor os estímulos de fala desse instrumento por serem estímulos familiares à maioria das crianças nessa faixa etária.

Distâncias/intensidades

Foram dados estímulos em três distâncias, que corresponderam a três intensidades diferentes: para a distância 0,5 metro, a intensidade do estímulo foi controlada em até aproximadamente 75dB; para a distância 1 metro, a intensidade foi, em média, 65dB; e, para 2 metros, a intensidade foi controlada em até 55 dB.

A intensidade do estímulo da fala foi controlado por um decibelímetro com microfone omnidirecional (marca RadioShack e modelo 33-2055) posicionado próximo à criança, na altura do microfone do AASI da melhor orelha.

Classificação dos tipos de respostas comportamentais observadas

Com base na literatura sobre desenvolvimento auditivo normal e desenvolvimento sensório-motor (Piaget, 1987; Northern e Downs, 2001; Werner, 2002 e 2007; Werner e Leibold, 2011; Novaes e Mendes, 2011), foi construída uma escala de tipos de comportamento auditivo (Quadro 6).

Quadro 6 - Escala de tipos de comportamento auditivo observado como resposta ao estímulo de fala

Comportamento -resposta	Escala - tipo comportamento auditivo
Não demonstra ter ouvido	0
Demonstra ter ouvido (choro, sucção, riso, etc)	1
Olha para o que está à frente	2
Olha para o rosto da fonoaudióloga à frente	3
Vocaliza	4
Procura a fonte sonora até encontrá-la	5

A escala apresenta tipos de comportamento de 0 a 5, sem pretender avaliá-los de forma hierárquica, ou seja: o tipo de resposta 3 não é pior que a do tipo 5 nem melhor que a do tipo 2. Porém, é impossível desconsiderar certa hierarquia, pois comportamentos do tipo 4 e 5 só são observáveis a partir de um determinado estágio de desenvolvimento cognitivo e motor, enquanto que os tipos de comportamento auditivo 1 e 2 são esperados nas fases iniciais do desenvolvimento sensório-motor (Piaget, 1987). Outros fatores também podem influenciar no comportamento e devem ser considerados na avaliação, como por exemplo, o estilo cognitivo²⁵ da criança.

²⁵ Estilo cognitivo, definido por Witkin e Goodneough (1981) como uma dimensão da personalidade que influencia atitudes, valores e interação social.

Treinamento: familiarização dos estímulos

Os brinquedos e brincadeiras utilizados na atividade de familiarização dos estímulos sonoros estão descritos no Quadro 7.

Quadro 7 - Descrição dos brinquedos e brincadeiras para a atividade de familiarização dos estímulos

Estímulos	Brinquedo	Descrição da brincadeira
Sons Ling: <i>/a/ e /i/</i>	Escorregador e dois bonecos 	Fazer os bonecos subirem e descerem no escorregador. Ao subir, usar vocalização intermitente <i>/a/</i> , e, ao escorregar, usar <i>/i/</i> contínuo.
Sons Ling: <i>/u/ e /m/</i>	Bolas 	Jogar a bola de forma rasteira pela mesa, quando vocaliza <i>/u/</i> contínuo. Girar a bola vocalizando <i>/m/</i> contínuo, com entonação crescente e decrescente.
Som Ling: <i>/s/</i>	Cama e boneco 	Colocar boneco para dormir e pedir silêncio, fazendo som <i>/s/</i> contínuo e usando gesto de silêncio.
Som Ling: <i>/j/</i>	Banheira e boneco 	Dar banho nos bonecos, fazendo som da água usando <i>/j/</i> de forma contínua e intermitente.
Onomatopeias: <i>/muu/, /au au/, /brum/, /miau/</i>	Vaca, cachorro, carro, gato 	Brincar de chamar, esconder e achar os animais e o carro usando as respectivas onomatopeias. Pode-se usar, também, o escorregador para fazer os animais escorregarem, ou a cama para eles dormirem ou, ainda, dar banho nos animais.

- Avaliação do desenvolvimento auditivo

Foi utilizado o questionário LittleEARS (Anexo 4) que tem como objetivo avaliar o desenvolvimento auditivo em crianças usuárias de AASI ou IC com até dois anos de idade auditiva. Foi especialmente desenvolvido e validado, por Coninx et al. (2009), para avaliar o comportamento auditivo na fase pré-lingual do desenvolvimento de crianças abaixo de três anos de idade. Estruturado em 35 questões de respostas “sim” ou “não” organizadas em ordem evolutiva do desenvolvimento do comportamento auditivo, reflete marcos importantes no desenvolvimento pré-lingual. Esse questionário foi

traduzido pela Med-el Brasil e, está em processo de validação por Leandro e Novaes²⁶.

7.2.4 Procedimentos

7.2.4.1 Obtenção de dados audiológicos e demográficos

1) Características audiológicas: dados obtidos nos prontuários.

- Grau, segundo WHO (2007) – Anexo 6
- Padrão de variação, segundo os critérios de Pupo (2002), a saber: Estável, a variação nos limiares tonais não ultrapassam 10dB. Progressiva, diferença para pior no limiar tonal de pelo menos 15dB entre a primeira e a última audiometria, no mínimo em duas frequências; Flutuante/Progressiva, piora e melhora do limiar tonal de pelo menos 15 dB entre as audiometrias, com uma diferença no limiar tonal para pior de pelo menos 15 dB entre a primeira e a última audiometria, em pelo menos duas frequências.
 - Presença de Otite média recorrente - quando há ocorrência de três episódios em período de seis meses ou quatro episódios em período de 12 meses (Júnior et al., 2009) diagnosticado pelo médico otorrinolaringologista e com timpanometria do tipo B.
 - Etiologia da perda auditiva.
 - Dados sobre o processo de seleção e adaptação de AASI: valores de SII 75, 65 e 55 dB amplificado da melhor orelha; característica eletroacústica do AASI quanto à compressão de frequências²⁷.
 - Avaliação da consistência do uso da amplificação: registro do uso do AASI em média de horas/dia ao longo do processo de seleção e adaptação dos AASI, e nos retornos para acompanhamento audiológico na época em que foi realizada esta pesquisa. Foram, então, realizadas duas médias de horas de uso dos registros *datalogging*²⁸ disponíveis nos

²⁶ Projeto de mestrado de Fabiane Sousa Marques Leandro sob orientação da Prof^a. Dr^a Beatriz Novaes (2011-2013).

²⁷ Algoritmo disponível em alguns modelos de AASI que comprime sons de frequências altas para uma faixa de frequências mais baixa em que existe maior sensibilidade auditiva (Glista et al., 2009).

²⁸ Disponível em algumas marcas e modelos de AASI com tecnologia digital que, quando ativado, armazena a média de horas diária de uso.

prontuários: a primeira, do período de seleção e adaptação dos AASI (Uso Seleção AASI), que compreende sessões de seleção dos AASI e sessões de terapia fonoaudiológica inicial (ADAPTI); a segunda, dos retornos realizados para acompanhamento audiológico na época desta pesquisa (Uso Acompanhamento). Os valores baixos, de média por dia, não foram considerados quando houve justificativa pela família pelo não uso, como por exemplo, molde rasgado ou mau funcionamento do AASI. A média de uso dos aparelhos considerada foi a da orelha com melhor audição.

Considerando que a quantidade de horas de uso do AASI muda de acordo com o crescimento do bebê, devido, principalmente, à mudança da rotina e ao tempo necessário de sono para cada idade, buscou-se estipular um parâmetro do que pode ser ponderado como uso consistente ou não consistente para avaliação, em cada faixa etária.

Mortensen (2012) referiu tempo médio de sono noturno e diurno por idade, ressaltando que as variações existem, são comuns, e, precisam portanto, ser avaliadas caso a caso. A Figura 17, mostra a média de tempo por idade.

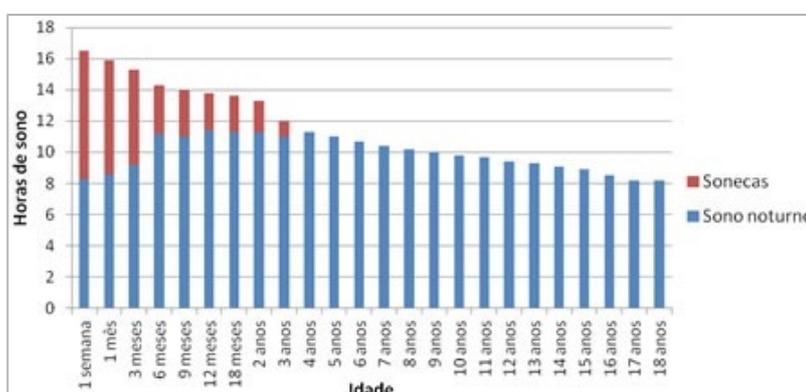


Figura 17 – Tempo médio necessário de sono noturno e diurno por dia

Fonte: Mortensen (2012)

De acordo com a Figura 17, se considerarmos que um bebê de seis meses dorme, em média, 14 horas por dia, pode-se presumir que um bebê usuário de AASI, nessa faixa etária, deverá usar os AASI, em média, de 7 a 10 horas por dia, considerando as horas de sono e horas de banhos e mamadas, e outras situações que impossibilitam estar com o AASI.

- Classificação das perdas auditivas por grupos e intervalos de SII 65: foram usadas as equações para análise discriminante em planilha Excel para determinação dos grupos; para a classificação dos intervalos de SII 65, foi construído um diagrama de dispersão com média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000Hz da melhor orelha e valores de SII 65.
- Terapia fonoaudiológica: frequência e local. Estes dados foram obtidos em entrevista com as famílias e nos registros de encaminhamentos nos prontuários de cada caso.

2) Características demográficas:

- Avaliação do nível socioeconômico: foi aplicado o Critério de Classificação Econômica Brasil da ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – baseado no levantamento de dados socioeconômicos 2010 – IBOPE (Anexo 5), na época da realização desta pesquisa.
- Outros dados: idade no diagnóstico (meses), idade no início do processo de seleção e adaptação dos AASI (meses), idade na aplicação dos procedimentos dessa pesquisa (meses).

7.2.4.2 Avaliação do comportamento auditivo em relação a sons de fala

Foi utilizado o instrumento Avaliação sistemática do comportamento auditivo.

- Aplicação do instrumento Avaliação sistemática do comportamento auditivo

A avaliação sistemática do comportamento auditivo para sons de fala foi aplicada duas vezes em cada criança em sala de terapia fonoaudiológica silenciosa. A ordem de apresentação dos estímulos foi aleatória.

Na primeira aplicação foram apresentados os estímulos sem que as crianças tivessem conhecimento dos mesmos. A primeira aplicação foi chamada de Pré-treinamento.

A segunda aplicação foi realizada com a criança após atividade de familiarização dos estímulos, com o objetivo de avaliar a mudança nos tipos

de comportamento auditivo após o conhecimento dos sons. A segunda aplicação foi chamada de Pós-treinamento.

As avaliações começaram com a apresentação dos estímulos a dois metros, depois a 1 metro e 0,5 metro. Mesmo que a criança tivesse respondido a dois metros, as distâncias menores foram testadas.

Nas duas aplicações, cada estímulo foi apresentado duas vezes. Foi considerada resposta quando se observou a ocorrência de algum tipo de comportamento auditivo nas duas apresentações. Caso contrário, se a ocorrência do comportamento auditivo foi observada em apenas uma das apresentações, não foi considerada ocorrência de resposta.

Quando a criança manifestou comportamentos diferentes na primeira e na segunda apresentação do estímulo, a resposta foi tipificada como maior, na escala de comportamentos auditivos (0 a 5), como exposto no Quadro 6.

Antes de cada aplicação da Avaliação Sistemática do Comportamento Auditivo, foi realizado o exame de timpanometria para verificar a condição da orelha média. As crianças que apresentaram alteração de orelha média na data da aplicação, foram encaminhadas ao otorrinolaringologista, para avaliação e conduta. Nova data foi agendada para a avaliação do comportamento auditivo.

Todas as avaliações foram realizadas com baterias novas nos aparelhos de amplificação sonora.

- Treinamento: atividade de familiarização dos estímulos

A familiarização dos estímulos foi realizada entre a primeira avaliação (pré treinamento) e a segunda avaliação (pós treinamento) do comportamento auditivo, de forma lúdica e estruturada. A cada estímulo foi atribuído significado por meio de brinquedo e brincadeiras adequadas para a idade cronológica e o desenvolvimento cognitivo de cada criança (Quadro 7).

- Enquadre da avaliação sistemática do comportamento auditivo e do treinamento

Em alguns casos, as duas aplicações do instrumento de Avaliação Sistemática do Comportamento Auditivo (Pré e Pós treinamento) foram realizadas no mesmo dia. Em outros, a criança foi reagendada para o término dos procedimentos, com intervalo, de no máximo, uma semana.

Para a avaliação sistemática do comportamento auditivo foram necessários dois fonoaudiólogos. Um profissional ficou posicionado à frente da criança, com a responsabilidade de distraí-la e mantê-la voltada para a linha média, utilizando algum brinquedo distrator quando necessário, e garantindo o retorno para essa posição após cada resposta apresentada. A fonoaudióloga-pesquisadora foi responsável por apresentar os estímulos. Durante a realização, a criança ficou posicionada no colo do responsável e os estímulos foram apresentados atrás da criança, nas três distâncias (0,5, 1 e 2 metros) do lado da orelha com melhor audição.

Para a realização da atividade de familiarização dos estímulos, a criança ficou sentada, no cadeirão ou no colo do responsável, à mesa da sala de terapia e a fonoaudióloga-pesquisadora, sentada à mesa, posicionada a 90° da criança. As brincadeiras descritas no Quadro 4 foram, assim, realizadas. A atividade de familiarização durou em média 20 minutos com cada criança. Logo após a atividade, foi realizada uma nova avaliação sistemática do comportamento auditivo.

7.2.4.3 Avaliação do desenvolvimento auditivo

O desenvolvimento auditivo dos casos estudados foi acompanhado a partir do Questionário Auditivo LittleEARS.

Ele foi aplicado em dois momentos distintos, com intervalo de no mínimo dois meses, máximo cinco meses, e média de dois meses entre a primeira e segunda aplicação. Os dados da primeira aplicação foram obtidos nos prontuários dos pacientes. A segunda aplicação foi realizada na mesma data da primeira.

7.2.5 Análise dos dados

A análise dos resultados foi realizada de maneira descritivo-qualitativa, correlacionando os achados sobre o comportamento auditivo e as variáveis critério consideradas neste estudo, a partir da aplicação dos instrumentos acima descritos. A análise dos dados foi dividida em três partes.

7.2.5.1 Características da perda auditiva e da amplificação, avaliação da consistência do uso dos AASI e fatores complexos

Estes dados se referem à classificação dos oito casos por grupo determinada pela análise discriminante, dos dados sobre as características da amplificação, à avaliação da consistência do uso dos AASI e à presença de fatores complexos em cada caso, como variáveis para o desenvolvimento e desempenho do comportamento auditivo nos primeiros três anos de vida.

7.2.5.2 Comportamento auditivo

Descreve os casos quanto aos dados obtidos a partir da observação do comportamento auditivo por meio da avaliação sistemática do comportamento auditivo, antes e após o treinamento realizado para a familiarização dos estímulos relacionando os achados com as variáveis critério. A análise dos dados foi dividida em duas partes. A primeira analisou a ocorrência de respostas observáveis aos estímulos sonoros em relação a audibilidade expressa pelos valores de SII. A segunda parte analisou os tipos de comportamento auditivo observados.

7.2.5.3 Desenvolvimento auditivo

Refere-se à caracterização dos casos quanto ao desenvolvimento auditivo a partir dos resultados obtidos no questionário auditivo LittleARS e relacionando-os às características auditivas.

7.3 Resultados e Discussão

Este capítulo está organizado em três partes. A primeira traz as características dos oito casos estudados, descrevendo as variáveis consideradas para a análise do tipo de comportamento auditivo. Na segunda, foram discutidos os resultados das avaliações sistemáticas do comportamento auditivo para sons de fala pré e pós treinamento. Na terceira, são apresentados aos resultados obtidos no questionário LittleEARS.

7.3.1 Características da perda auditiva e da amplificação, avaliação da consistência do uso dos AASI e fatores complexos

Os casos foram classificados por grupo conforme sugerido por Figueiredo e Novaes (2013)²⁹, por meio das equações da análise discriminante. Tal classificação considera, conjunta e dinamicamente, o grau e a configuração da perda auditiva e melhor representa a inteligibilidade de fala prevista pelo índice de inteligibilidade de fala (SII), obtido na verificação dos aparelhos de amplificação sonora.

A Tabela 25 mostra a classificação por grupo, a partir da análise discriminante, e os valores de SII amplificado para os sons de entrada 55, 65 e 75dB NPS obtidos na verificação dos AASI na data da avaliação sistemática do comportamento auditivo para sons de fala.

Tabela 25 – Classificação por grupo com valores de SII sem e com amplificação (55, 65 e 75dB NPS) dos oito casos estudados

Casos	Grupo*	SII (%)			
		sem AASI	55	65	75
Eb	5	10	67	79	81
Fn	5	9	62	74	79
Ms	5	13	37	46	52
Go	4	3	37	51	60
Ar	4	0	36	50	60
Pp	4	0	35	49	58
Bh	1	0	16	20	21
Mf	1	0	9	15	18

* Análise discriminante para características de grau e configuração audiométrica (Figueiredo e Noves, 2013)

²⁹ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva DSL_m[i/o]v5 (Capítulo 4)

Pode-se observar na Tabela 25 que o caso Ms, classificado pela análise discriminante no Gr5, tem valor de SII 65 igual a 46 %, ou seja, fora do intervalo de SII característico do Gr5, como referido por Figueiredo e Novaes (2013; capítulo 4 desta tese). Tal fato está relacionado à característica da curva audiométrica. Curvas audiométricas descendentes podem não ser bem representadas pelos valores de SII amplificado.

Para visualização da distribuição dos casos quanto aos grupos e intervalos de SII 65, foi construído o diagrama de dispersão do SII 65 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (Figura 18)

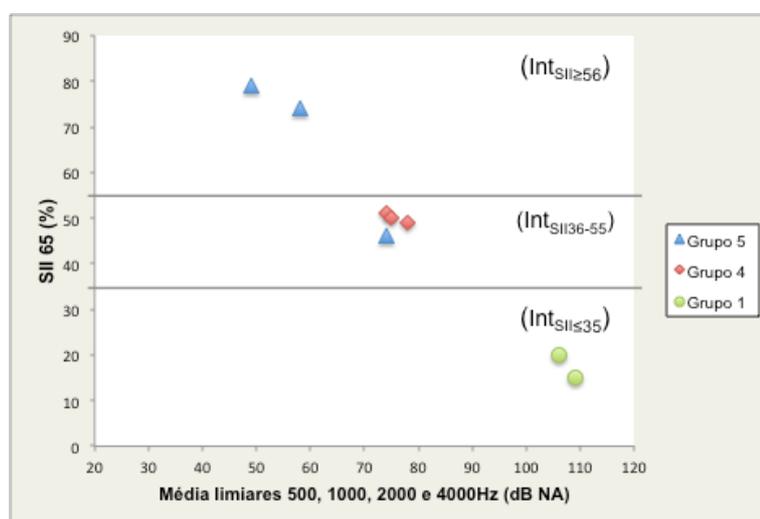


Figura 18 – Diagrama de dispersão do SII 65 e a média dos limiares nas frequências 500, 1000, 2000 e 4000 Hz e os Int_{SII} estabelecidos a partir dos oito casos estudados

Observa-se que, para o intervalo de SII 65 maior que 56% ($Int_{SII \geq 56}$), os casos Eb e Fn (Gr5), com valores 79 e 74 % de SII 65, respectivamente, foram agrupados. No intervalo de valores de SII 65 entre 36 – 55 % ($Int_{SII 36-55}$) foram classificados quatro casos, Go, Ar, Pp (Gr4) e Ms (Gr5), com valores 51, 50, 49 e 46 % de SII 65 e, no intervalo de menores valores de SII 65 ($Int_{SII \leq 35}$) estão os casos Bh (SII 65 20 %) e Mf (SII 65 15%).

Sobre os dados referentes à amplificação, todos os casos foram adaptados com AASI não-lineares, com microfone omnidirecional, adequados ao tipo e grau da perda auditiva e programados de acordo com a regra prescritiva $DSLm[i/o]v5$, seguindo os critérios de adequação da amplificação e considerando as limitações da mesma para cada caso

(diferenças entre alvo prescrito e saída obtida no AASI), como observado por Figueiredo e Novaes (2013)³⁰.

Em sete dos oito casos estudados havia aparelhos de amplificação sonora com recurso de compressão de frequência (CF). Os valores de SII amplificado foram obtidos com o recurso CF ativado, pois toda avaliação do comportamento auditivo foi realizada com os aparelhos programados como cada criança usa na vida real. A verificação da compressão de frequência foi realizada conforme sugerido por Glista e Scollie (2009).

Os estudos sobre valores de SII e suas relações com as características da perda auditiva, de Figueiredo e Novaes (2013), foram realizados sem considerar esse recurso nos aparelhos, pois nem todas as marcas e modelos de aparelhos de amplificação sonora disponibilizam essa tecnologia. Para tanto, fez-se necessário analisar se existem diferenças entre os valores de SII com a compressão de frequências ativada e desativada, que possam interferir na categorização dos valores de SII por intervalos (Int_{SII}) estipulados por Figueiredo e Novaes (2013). A análise dos valores de SII com a compressão de frequência ativada e desativada, dos sete casos, mostrou que não há diferença entre os valores de SII maior que cinco. Portanto, essa diferença não interferiu nos intervalos de valores de SII 65 (Int_{SII}). Os dados dessa análise estão disponíveis no Anexo 9.

A adequação da amplificação dos oito casos estudados pode ser avaliada pelas curvas de referência para valores de SII amplificado para 55 e 65dB NPS (Figura 19).

³⁰ Valores de referência para o SII – Índice de inteligibilidade de fala – amplificado de acordo com a regra prescritiva DSLm[i/o]v5 (Capítulo 6)

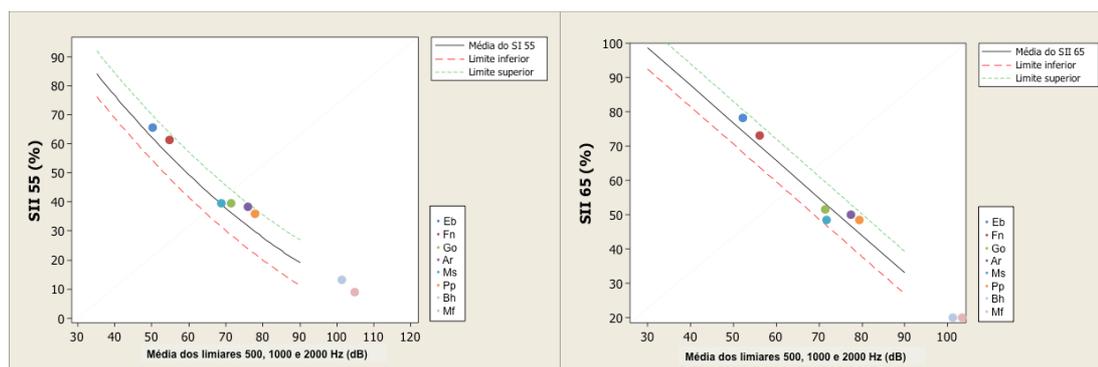


Figura 19 - Curvas de referência de 95% de intervalo de confiança para valores de SII 55dB NPS (esquerda) e 65dB NPS (direita) dos oito casos estudados

As curvas de resposta em função de frequências obtidas na verificação dos aparelhos de amplificação sonora de cada caso, estão disponíveis no Anexo 10.

Quanto à avaliação da consistência do uso da amplificação, a Tabela 26 resume os dados em relação ao tempo médio de uso por dia durante dois períodos - processo de seleção e adaptação dos AASI (Uso seleção AASI) e o último acompanhamento audiológico (Uso acompanhamento). As idades consideradas para análise foram: a idade cronológica da criança na última sessão do processo de adaptação dos AASI e a idade na data da avaliação realizada para este estudo.

Tabela 26 – Uso dos AASI em média de horas por dia e idades em meses nos períodos do processo de seleção e adaptação de AASI (uso seleção AASI) e do último acompanhamento audiológico (uso acompanhamento)

Casos	Uso Seleção AASI		Uso Acompanhamento	
	Média (horas)	Idade (meses)	Média (horas)	Idade (meses)
Fn	7	9	7	11
Eb	7	8	6	18
Go	12	15	12	21
Ms	10	21	12	23
Bh	8	13	12	23
Pp	3	11	11	25
Ar	8	18	4	26
Mf	6	11	8	28

A quantidade de horas de uso dos AASI muda de acordo com o crescimento do bebê. Tal fato está relacionado à necessidade de horas de

sono do bebê, que tende a diminuir conforme ele cresce, ou seja, cada faixa etária tem necessidades específicas de tempo de sono, o que está ligado ao desenvolvimento infantil (Lampl e Johnson, 2011; Mortensen, 2012) e influencia na média de horas por dia em que é possível um bebê com deficiência auditiva usar seus aparelhos.

Por tal razão, na análise da consistência do uso da amplificação dos oito casos estudados, foram consideradas: a diferença, em média de horas por dia, entre o uso da amplificação durante o processo de seleção e adaptação de AASI, e o último acompanhamento; e a diferença entre as idades nos dois períodos avaliados.

Pode-se observar, na Tabela 26, que os casos Fn e Eb terminaram o processo de seleção e adaptação dos AASI aos nove e oito meses de idade, respectivamente, usando os AASI sete horas por dia. Para essas idades, sete horas por dia é o esperado, já que bebês nessa faixa etária têm muitas horas de sono. No acompanhamento, o caso Fn estava com 11 meses e o uso do AASI se manteve, o que também é esperado, pois os hábitos de sono podem não mudar entre o 9º e 11º mês de vida. Já o caso Er, dos oito meses para os 18 meses de idade, apresentou redução do uso dos AASI (14% a menos de horas de uso). O esperado para Er é que aumentasse algumas horas de uso. Se os hábitos de sono não mudassem, o uso deveria pelo menos ser o mesmo.

O caso Eb tem perda auditiva com características audiológicas do Gr5, com SII 65 sem amplificação de 10%. Portanto, apresenta certa audibilidade para sons de fala sem AASI, o que pode representar para a família a não necessidade do uso da amplificação, já que, nos primeiros meses de vida, as mudanças no comportamento sem ou com AASI podem não ser nítidas para crianças com esse comprometimento na audição.

Os casos Go, Ms e Bh, com idades no acompanhamento entre 21 e 23 meses, usavam os AASI 12 horas por dia. Para essa faixa etária, o esperado para um uso consistente é de 10 a 12 horas por dia. Portanto, pode-se considerar que esses três casos fizeram uso consistente da amplificação. Quanto à mudança de horas de uso entre os períodos avaliados, nota-se que Ms e Bh aumentaram em 20 e 50% o tempo de uso

por dia dos AASI. O aumento do uso da amplificação é esperado e deve ser orientado pelo fonoaudiólogo. Caso não aconteça, é necessário investigar quais momentos do dia a criança está deixando de usar os AASI enquanto está acordada.

O caso Pp aumentou o uso da amplificação ao longo dos primeiros anos de vida. No início do processo de intervenção, Pp tinha perda auditiva com características do Gr5 e apresentou inconsistência do uso da amplificação. Com 11 meses de idade Pp usava, em média, três horas por dia, tempo considerado inadequado para uma criança que permanece acordada 10 horas por dia. As características da perda auditiva no início do processo pode ter dificultado o entendimento da família sobre a necessidade do uso do AASI para o desenvolvimento da linguagem. A família retornou para acompanhamento audiológico quando constatada a progressão da perda auditiva (Gr4) e o não desenvolvimento da fala conforme esperado para idade. No período do acompanhamento, Pp estava com 25 meses de idade. Com orientações à família, aumentou o uso da amplificação de três para 11 horas (266% de aumento).

O caso Ar, ao longo dos primeiros dois anos de vida reduziu em 50% o uso da amplificação, passando de oito para quatro horas por dia. Observa-se que, aos 18 meses, final do processo de seleção e adaptação do AASI, Ar usava oito horas por dia, aquém do esperado para essa idade.

Ar apresentou otites de repetição ao longo dos primeiros anos de vida. A mãe retornou ao trabalho quando Ar estava com 17 meses de idade e matriculou-o em uma creche em período integral. A frequência de episódios de otite aumentou e a cuidadora da creche apresentou resistência em relação ao uso do AASI. Portanto, Ar, durante os primeiros anos de vida, não fez uso consistente da amplificação como esperado.

O caso Mf terminou o processo de seleção e adaptação dos AASI com 11 meses de idade, com perda auditiva Gr4. Usava na época uma média de seis horas por dia, enquanto o esperado para uma criança nessa idade é de sete a 10 horas por dia. Mf apresentou, aos 28 meses, perda auditiva com características do Gr1 e, nessa mesma época, aumentou o uso

dos AASI em 33% (de seis horas para oito horas). Porém, para a idade de 28 meses, usar oito horas/dia está aquém do esperado.

Dos oito casos estudados, observa-se que dois casos - Pp e Ar - apresentaram média de horas por dia de uso do AASI muito abaixo do esperado para a idade cronológica da criança, podendo ser considerado uso inconsistente. Outros dois casos - Eb e Mf - poderiam fazer um melhor uso da amplificação, considerando as idades e as rotinas de crianças nessa faixa etária.

Até os três anos de idade, da vida da criança o uso dos aparelhos de amplificação varia conforme a rotina. Um bebê de poucos meses de vida dorme mais que os mais velhos. A partir do sexto e oitavo mês de vida, de acordo com o desenvolvimento sensorio motor, o bebê pode passar a tirar os AASI, ficando em muitos momentos difícil para os pais mantê-los na criança durante todo o tempo em que ela está acordada.

Essas questões devem ser avaliadas caso a caso para que possa ser estabelecido o tempo de uso esperado para cada criança em cada faixa etária.

Moeller et al. (2009), em estudo sobre a consistência do uso do AASI durante os primeiros dois anos de vida, relataram que, além de questões sobre a dificuldade de entendimento dos pais sobre a importância do uso da amplificação para o desenvolvimento da linguagem, existem os aspectos psicológicos de ter um filho com deficiência de audição, como culpa, negação e a preocupação com a exclusão social.

Cabe, então, ao fonoaudiólogo dar-lhes suporte para enfrentar as dificuldades em aceitar a deficiência auditiva do filho, buscar maneiras criativas de ilustrar a relação entre audição e desenvolvimento da linguagem para facilitar o entendimento dos prejuízos da deficiência auditiva para o desenvolvimento do filho, além de auxiliá-los na organização da rotina da criança para adequar o uso da amplificação.

A consistência do uso da amplificação é considerada um fator complexo e determinante para o desenvolvimento da linguagem (Moeller et al., 2009; Bagatto et al., 2010; Novaes et al., 2012).

Outros fatores, como otite e progressão da perda auditiva, também podem ser considerados complexos para o desenvolvimento da linguagem, como sugerido por Bagatto et al., (2010). A Tabela 27 organiza os dados referentes à alteração de orelha média, padrão de variação da perda auditiva nos casos estudados.

Tabela 27 – Fatores complexos presentes nos casos estudados

Casos	Fatores Complexos
Eb	Nenhum
Fn	Nenhum
Go	Nenhum
Ar	Otite média
Ms	Otite média
Pp	Progressão; Otite média
Bh	Progressão
Mf	Progressão

Pode-se observar que fatores como progressão da perda auditiva ao longo dos primeiros anos de vida e otite média apareceram em cinco dos casos estudados. Esses fatores, que Bagatto et al. (2010) chamaram de “fatores complexos” estavam presentes em 64,7% dos 34 casos estudados numa pesquisa sobre resultados da amplificação para o desenvolvimento da criança logo nos primeiros meses após a adaptação aos AASI.

De fato, esses fatores são frequentes nesta população e interferem na adaptação dos AASI e no desenvolvimento auditivo.

Quanto à influência da otite média no desenvolvimento da linguagem, uma revisão sistemática, realizada em 2003 por Balbani e Montovani, apontou que crianças ouvintes com otite média, no período de um a três anos de idade, têm maior risco de apresentar distúrbios no comportamento, na aquisição da linguagem, e, futuramente, no aprendizado escolar. Roberts, Rosenfeld e Zeisel (2004) referiram que crianças com audição normal, quando com otite, podem experimentar a sensação de uma perda auditiva de grau leve a moderado.

Portanto, crianças com perda auditiva permanente do tipo sensorineural de qualquer grau e configuração, durante os episódios de

otite, podem apresentar piora no grau da perda, passando por períodos de prejuízo ao acesso de sons de fala, o que interfere no desenvolvimento da linguagem.

Em relação à progressão da perda auditiva, Pupo (2002) referiu que de causa genética e a de causa desconhecida podem ter característica progressiva. Dos casos estudados, três apresentaram progressão da perda auditiva nos primeiros três anos de vida, sendo um de causa genética comprovada. Tal fato implica na importância do conhecimento da provável causa da deficiência de audição e do acompanhamento audiológico durante os primeiros anos de vida, pois, em alguns casos, é necessário realizar nova seleção de aparelhos de amplificação sonora para garantir o acesso aos sons de fala e o desenvolvimento auditivo.

7.3.2 Avaliação sistemática do comportamento auditivo para sons de fala pré e pós treinamento

Nos oito casos estudados foi analisada a **ocorrência de resposta observável** aos sons de fala por meio do instrumento de avaliação sistemática do comportamento auditivo proposto neste estudo, relacionando a presença ou ausência de resposta ao estímulo sonoro com os valores de SII amplificado obtidos na verificação dos AASI na três diferentes intensidades (55, 65 e 75dB) correspondendo às distâncias avaliadas (0,5, 1 e 2 metros).

Em seguida, foram analisados os tipos de **comportamento auditivo observados** como resposta ao estímulo dado e relacionados às variáveis estudadas e caracterizadas acima.

Para tanto, este item de resultado e discussão foi dividido em dois subitens, a saber: Distância/ Audibilidade e Avaliação da qualidade do comportamento auditivo observado.

As duas análises - da Distância/ Audibilidade e da Avaliação da qualidade do comportamento auditivo observado - foram realizadas comparando as duas avaliações realizadas: a primeira, antes do treinamento dos sons de fala com as brincadeiras estruturadas, e a segunda, após o treinamento.

7.3.2.1 Distância/ Audibilidade (SII 55, SII 65, SII 75)

Nos oito casos estudados foi aplicado o instrumento de Avaliação Sistemática do Comportamento Auditivo proposto neste estudo para avaliar a detecção dos sons de fala em três diferentes distâncias.

Na Figura 20 encontram-se as respostas das crianças avaliadas quanto à ocorrência de resposta auditiva observável, nas duas aplicações (pré e pós treinamento) para os sons de Ling, estímulos /m/, /u/ e /a/, nas três distâncias.

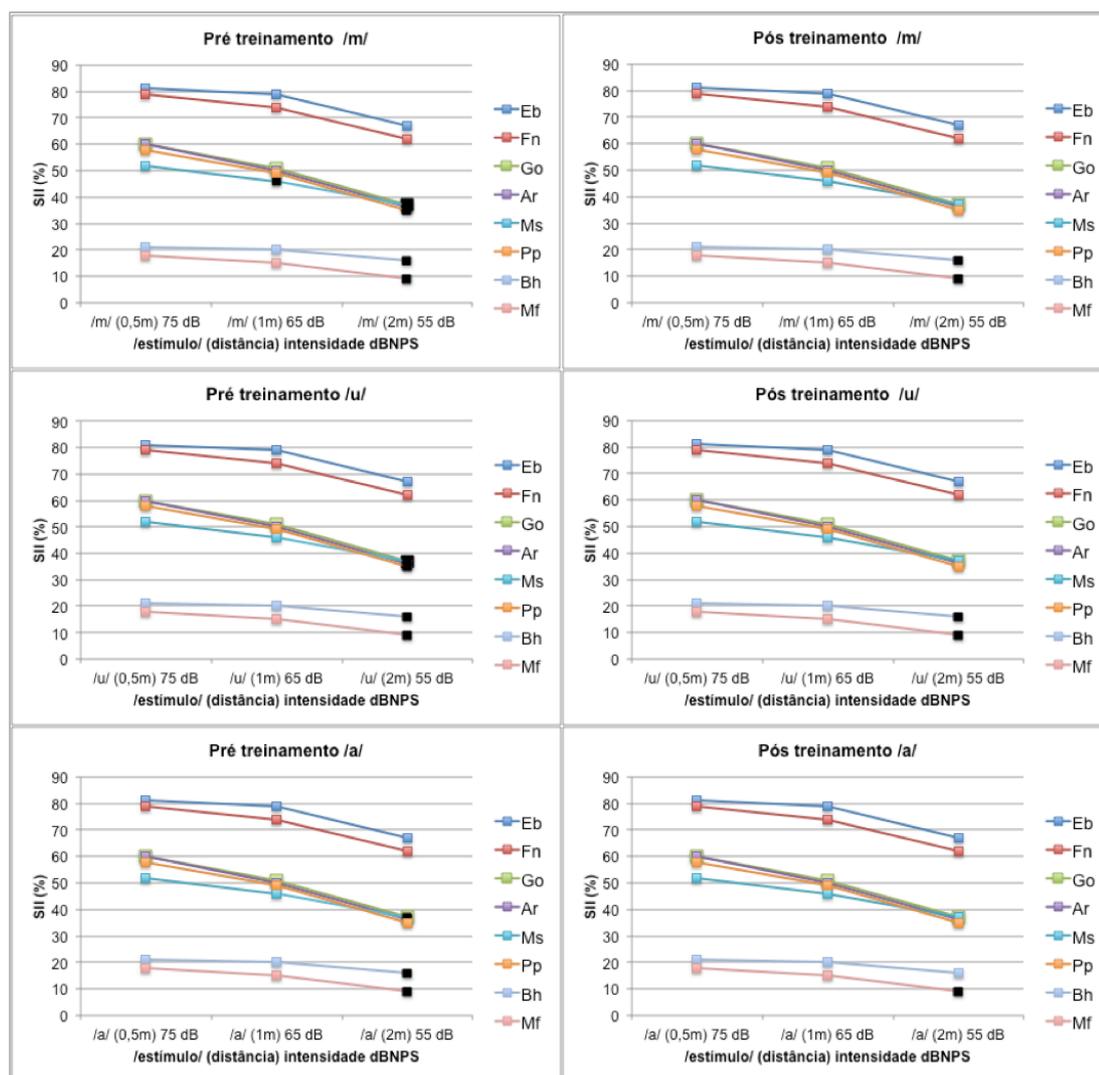


Figura 20. - Detecção dos sons de Ling /m/, /u/ e /a/ pelos oito casos estudados, nas distâncias 0,5, 1 e 2 metros, em relação aos valores de SII amplificado pré e pós treinamento

Legenda: pontos coloridos – detecção do estímulo; pontos pretos (■) – não detecção do estímulo;

De acordo com Ling (2002), os sons de fala /m/, /u/ e /a/ correspondem a uma faixa de frequências de 160 a 1500 Hz. Na primeira avaliação (pré treinamento), nos oito casos estudados, as crianças mostraram ter ouvido esses sons de fala, até a distância de um metro. Já para a distância de dois metros, observa-se que crianças com audibilidade expressa por um valor de SII amplificado abaixo de 40% não apresentaram comportamentos observáveis que pudessem ser considerados como resposta ao som.

Na segunda avaliação (pós treinamento), pôde-se observar que as crianças responderam para os estímulos nas três distâncias avaliadas.

Apenas o caso Mf, com valor de SII 55 de 9%, não apresentou resposta para os estímulos /m/, /u/ e /a/ a dois metros de distância.

De forma geral, os sons com características acústicas nas frequências mais baixas, são acessíveis para os sujeitos com deficiência auditiva até de grau severo e profundo.

Os estímulos /i/, /j/ e /s/, segundo Ling (2002), correspondem a uma faixa de frequências entre 1500 e 6000 Hz, sendo que o som /i/ apresenta também características acústicas em 500 Hz (ressonância do trato vocal).

Na Figura 21, encontram-se as respostas das crianças, quanto à ocorrência de resposta auditiva observável, nas duas avaliações (pré e pós treinamento) para esses estímulos nas três distâncias.

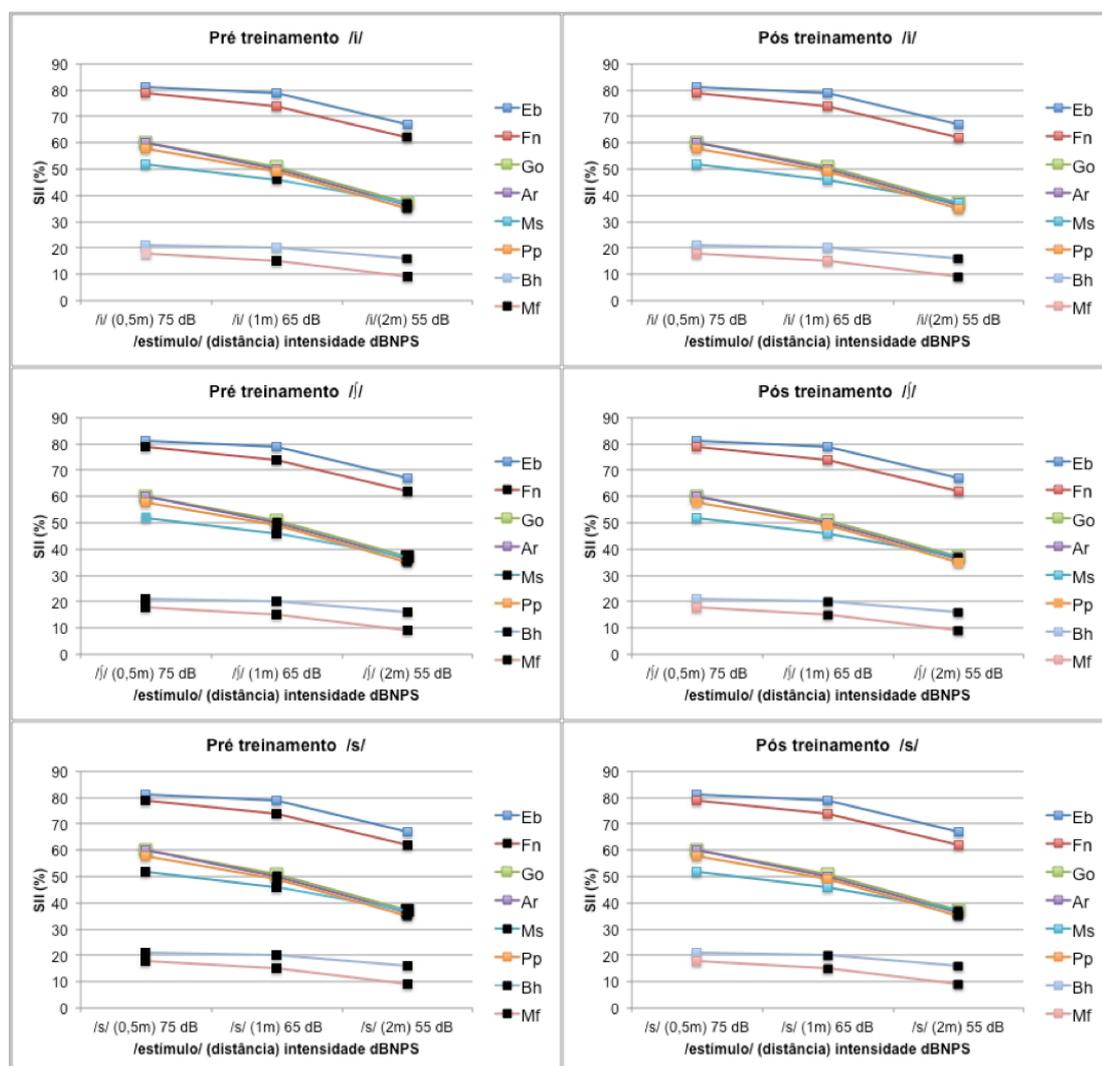


Figura 21 - Detecção dos sons de Ling /i/, /j/ e /s/ pelos oito casos estudados, nas distâncias 0,5, 1 e 2 metros em relação aos valores de SII amplificado pré e pós treinamento
 Legenda: pontos coloridos - detecção do estímulo; pontos pretos (■) – não detecção do estímulo

Na primeira avaliação (pré treinamento), pôde-se observar que os estímulos /j/ e /s/ não foram detectados pela maioria dos casos avaliados. De forma geral, crianças com SII abaixo de aproximadamente 50% não foram capazes de responder aos estímulos, na avaliação pré treinamento. O caso Fn, apesar do SII acima de 60%, não respondeu aos estímulos /j/ e /s/, o que pode ser justificado pela idade auditiva (quatro meses) e, conseqüentemente, poucas oportunidades auditivas para aprender sons com esta característica acústica.

Para esses mesmos estímulos, assim como para /m/, /u/ e /a/, pôde-se observar que, na avaliação pós treinamento, as crianças responderam

aos sons, exceto Bh e Mf com valores de SII abaixo de 20%, para as distâncias de um e dois metros.

Após o treinamento com as brincadeiras que dão significado aos estímulos, de forma geral, as crianças responderam aos sons. Na verdade, o que se pode notar é que a ausência de resposta observável na avaliação pré treinamento não representa, necessariamente, que os estímulos não foram detectados, mas apenas que a criança não demonstrou ter ouvido. Após o treinamento as crianças apresentaram um comportamento auditivo observável em resposta aos estímulos.

À distância de dois metros, não foi possível observar a ocorrência de resposta ao som por crianças com SII abaixo de 20%, devido à falta de audibilidade, fator primordial para o desenvolvimento das habilidades auditivas e da linguagem.

De fato, porque a distância é um dos fatores que interferem diretamente na audibilidade, é de extrema importância para o desenvolvimento da linguagem que os profissionais envolvidos no processo terapêutico conheçam as limitações de cada caso em relação à audição para orientar a família e a escola.

De acordo com Cole e Flexer (2007), usar os sons de Ling para avaliar a audibilidade, permite a profissionais, pais e professores conhecerem a audição da criança em diferentes distâncias e estabelecer qual a distância máxima possível para a criança ter acesso aos sons. Tal informação é de suma importância, dado que a detecção do sinal acústico é apenas o primeiro passo para que a informação chegue ao cérebro e desencadear todo o processo de desenvolvimento.

O treinamento auditivo, neste estudo, realizado em contexto terapêutico, por meio de brincadeiras compatíveis com a idade cronológica das crianças e atendendo aos interesses de cada uma delas, proporcionou experiência sonora e consequente aprendizado dos estímulos de teste, gerando o prazer em escutar e, permitindo que a detecção seja constatada por meio da observação do comportamento auditivo da criança.

Portanto, o primeiro passo para o desenvolvimento auditivo é escutar o som, que segundo Robbins (2009), se não for acompanhado de significado, não haverá o aprendizado.

A apresentação dos estímulos de teste às crianças em contexto lúdico-terapêutico pareceu, nos casos estudados, ser determinante para a ocorrência de resposta observável ao som, possibilitando, assim, a análise dos tipos de comportamento auditivo em cada caso.

A Figura 22 mostra a ocorrência de resposta observável aos estímulos onomatopeias (/au/, /mu/, /miau/ e /brum/, dos oito casos, para as três distâncias avaliadas.

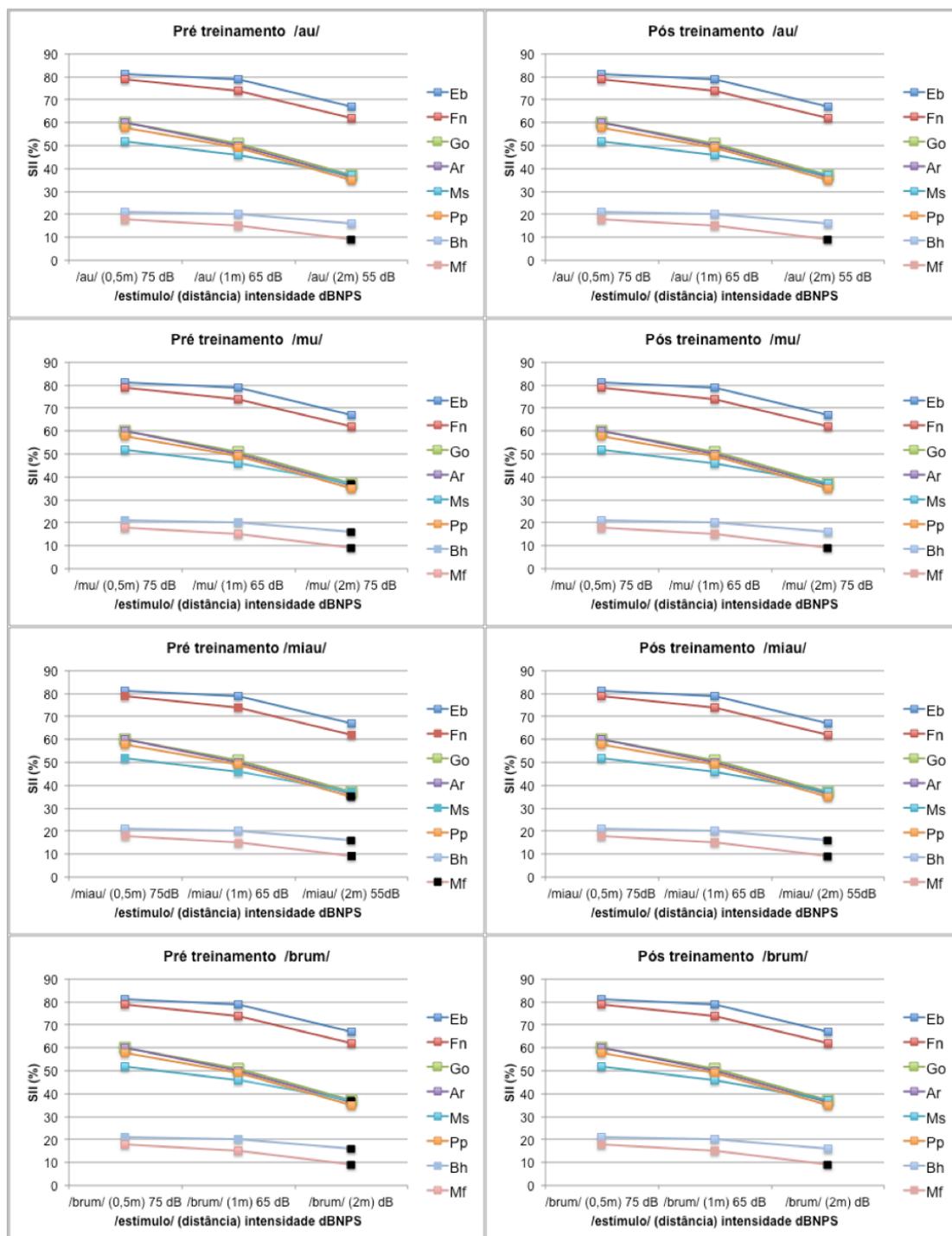


Figura 22 - Detecção dos estímulos onomatopéias (/au/, /mu/, /miau/ e /brum/) pelos oito casos estudados às distância de 0,5, 1 e 2 metros, em relação aos valores de SII amplificado pré e pós treinamento
 Legenda: pontos coloridos - detecção do estímulo; pontos pretos (■) – não detecção do estímulo

Para os estímulos onomatopéias, foram observadas respostas aos sons na primeira avaliação (pré treinamento), em todos os casos, exceto para a distância de dois metros. Em comparação com as respostas

observadas para os sons de Ling, as onomatopeias parecem desencadear com mais facilidade respostas comportamentais auditivas.

Tal fato pode estar relacionado às características acústicas dos estímulos e também ao fato das onomatopeias terem significado para as crianças, o que, portanto, as faz demonstrar atenção ao que escutaram.

As diferenças entre a presença e a ausência de resposta comportamental observadas na avaliação sistemática do comportamento auditivo pré e pós treinamento, mostrou que dar sentido aos estímulos sonoros para crianças dessa faixa etária faz com que a criança demonstre ter escutado, pois as respostas pós treinamento foram compatíveis com o esperado em relação à audibilidade expressa pelos valores de SII para os sons de Ling.

A ausência do comportamento observável não significa, necessariamente, que não houve detecção do estímulo. Sugere, sim, que a criança não conhece os sons que está escutando, pois após o treinamento, através do qual os estímulos passaram a ter significado, as crianças manifestaram havê-los detectado.

Não foram observadas diferenças entre a ocorrência e a ausência de resposta observável para os estímulos onomatopeias nas avaliações pré e pós treinamento. Provavelmente, porque esses estímulos são conhecidos pelas crianças. Portanto seu significado fez com que elas lhes apresentassem resposta já na avaliação pré treinamento.

A distância, para as crianças com menos audibilidade, influenciou a ocorrência de respostas observáveis.

7.3.3.2 Avaliação da qualidade do comportamento auditivo observado

A primeira apresentação dos resultados obtidos na avaliação sistemática do comportamento auditivo mostrou apenas a ocorrência de resposta observável aos estímulos. Contudo, o tipo de resposta apresentada pela criança parece refletir seu desenvolvimento auditivo, de acordo com as características de cada caso.

A qualidade das respostas observadas nas avaliações foram classificadas conforme uma escala de tipos de comportamento auditivo, construída a partir da literatura sobre desenvolvimento auditivo. Essa escala é composta por seis tipos de comportamento auditivo, a saber: 0- não demonstra ter ouvido; 1- demonstra ter ouvido (choro, sucção, riso, etc); 2 – olha para o que está a frente; 3 - olha para o rosto da fonoaudióloga a frente; 4 – vocaliza e 5 – procura a fonte sonora até encontrá-la.

Para a análise dos tipos de comportamentos auditivo observados nas avaliações pré e pós treinamento, os oito casos estudados foram agrupados conforme os intervalos de valores SII 65 aos quais pertencem, como sugerido por Figueiredo e Novaes (2013)³¹

O estudo da qualidade do comportamento auditivo em três diferentes distâncias, considerando a audibilidade expressa por valores de SII amplificado, permitiu a análise das variáveis que podem diferenciar os tipos de comportamento auditivo observados em casos com as mesmas características de audibilidade, e influenciar no desenvolvimento auditivo.

Dos oito casos estudados, Eb e Fn, apresentaram maiores valores de SII. Eb iniciou o processo de intervenção fonoaudiológica com a indicação dos AASI aos dois meses de idade; Fn, aos oito meses. Na época da aplicação da avaliação sistemática do comportamento auditivo para sons de fala, ambos estavam com 18 e 11 meses de idade, respectivamente, portanto, com idades auditivas de 16 meses e três meses.

As Figuras 23 e 24 mostram os tipos de respostas observados nas avaliações pré e pós treinamento para os casos Eb e Fn, para os sons de Ling e para as onomatopeias, respectivamente.

³¹ Análise comparativa da classificação de perdas auditivas pela dinâmica da relação grau e configuração, e o Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado, usando a regra prescritiva $DSL_{m[i/o]v5}$ (Capítulo 4)

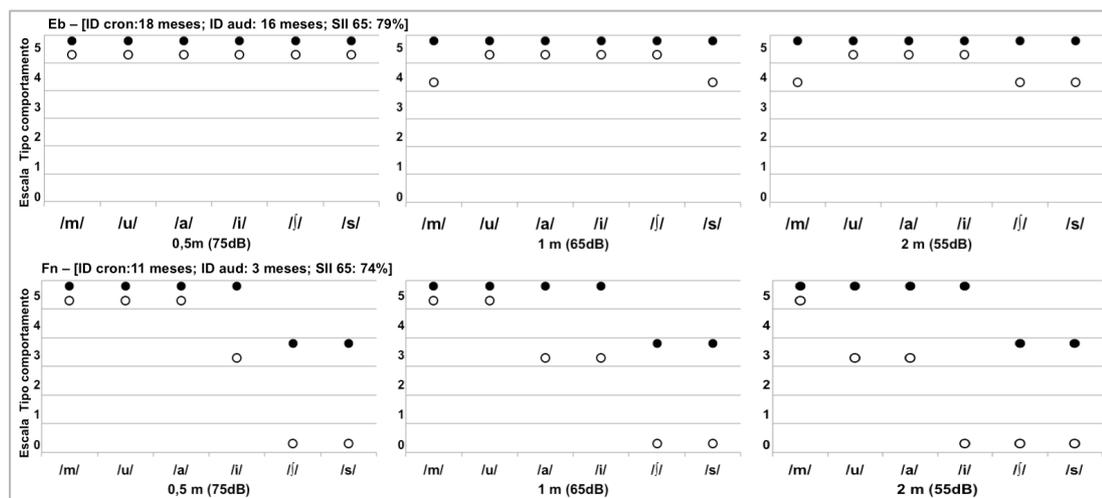


Figura 23 - Comportamento auditivo observado dos casos Eb e Fn ($Int_{SII \geq 56}$) nas duas avaliações (pré treinamento: o - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para os sons de Ling

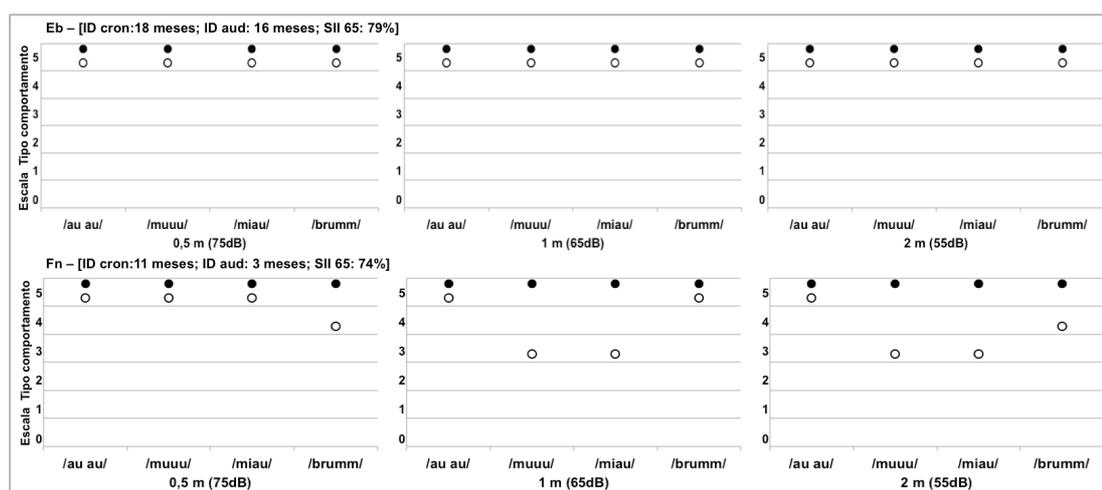


Figura 24- Comportamento auditivo observado dos casos Eb e Fn ($Int_{SII \geq 56}$) nas duas avaliações (pré treinamento: o - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para onomatomeias

Nota-se que, na avaliação pré treinamento, o caso Eb, com idade auditiva maior, apresentou o comportamento tipo 5 - procurar até encontrar a fonte sonora-, para todos os estímulos a meio metro de distância e, a um e dois metros, exceto para os estímulos /m/, /j/ e /s/ para os quais Eb vocalizava demonstrando ter escutado o som (tipo de comportamento 4). Já na avaliação pós treinamento, Eb apresentou resposta do tipo 5 da escala de padrão de comportamento auditivo para todos os sons de Ling, em todas as distâncias.

Já o caso Fn, na avaliação pré treinamento, apresentou respostas de procurar a fonte sonora até encontra-la (tipo 5) e de olhar para a fonoaudióloga à frente (tipo de comportamento 3). Para os estímulos /j/ e /s/ não demonstrou ter escutado nas três distâncias testadas. Na avaliação pós treinamento, Fn passou a procurar a fonte sonora até encontra-la (comportamento auditivo tipo 5) para todos os sons de Ling, exceto para os /j/ e /s/, para os quais apresentou tipo de comportamento 3 (olhar para a fonoaudióloga à frente).

No caso Fn, pela audibilidade proporcionada pelos aparelhos de amplificação sonora e por ter desenvolvimento cognitivo e motor para buscar a fonte sonora, esperava-se comportamento auditivo 5 para todos os sons testados nas três distâncias avaliadas.

A falta de ocorrência para o tipo de comportamento auditivo esperado para todos os estímulos para esse caso pode ser devido ao fato de, ainda com idade auditiva de três meses, Fn não ter tido oportunidades suficientes para o aprendizado de atenção a sons com essas características acústicas (frequências mais altas e de fraca intensidade).

Para os estímulos onomatopeias (Figura 24) pode-se observar que Eb apresentou comportamento 5 para os quatro estímulos nas avaliações pré e pós treinamento, e que o Fn apresentou respostas do tipo 3, 4 e 5 na avaliação pré treinamento e, na pós treinamento, todas as respostas foram de procurar a fonte sonora até encontrá-la (5). A diferença de comportamentos auditivos observados para os sons de Ling e onomatopeias na avaliação pré treinamento parece ser devido à familiaridade do estímulo para a criança. Dar significado ao som para situações de teste em crianças pequenas permitiu que a resposta fosse observada, já que, crianças nessa faixa etária não compreendem o que é uma situação de teste.

A atividade de treinamento para os sons de fala utilizados neste estudo, permitiu observar a mudança do comportamento. Porém, é necessário um trabalho terapêutico contínuo para o desenvolver as habilidades auditivas para sons de fraca intensidade e de características de frequências mais altas.

Observou-se, nos casos Eb e Fn, que a idade auditiva e a idade cronológica no início da intervenção fonoaudiológica podem ter influenciado nos tipos de comportamento auditivo observado.

De fato, idade auditiva e idade cronológica no início da intervenção fonoaudiológica são duas variáveis apontadas na literatura como determinantes para que o desenvolvimento auditivo e de linguagem das crianças com deficiência auditiva usuárias de AASI ou IC seja próximo a dos seus pares ouvintes.

Estudos como os de Yoshinaga-Itano (2003), Ching et al. (2007), Vohr et al.(2008), Sininger et al. (2010), Ching et al. (2011) e Boons et al. (2012), apesar de terem delineamentos do método de pesquisa diferentes aplicados a grupos de crianças com características distintas, apresentaram objetivos de buscar fatores determinantes para o desenvolvimento de linguagem nas diferentes faixas etárias estudadas e concluíram que a idade no início da intervenção fonoaudiológica é um fator determinante para melhores performances de linguagem.

A demora para o início da estimulação auditiva gera atrasos no desenvolvimento das habilidades auditivas e, conseqüentemente, no desenvolvimento da linguagem. Flexer (1998) referiu sobre atrasos ao longo do desenvolvimento, quando há o início tardio da intervenção.

Consideram-se, nos acompanhamentos audiológicos e de linguagem, as avaliações do comportamento auditivo e do desenvolvimento de linguagem em relação à idade auditiva e cronológica da criança.

A idade auditiva se refere ao tempo de exposição ao mundo sonoro que uma criança teve ao longo da vida, desde o início da intervenção fonoaudiológica com a adaptação dos AASI. Tempo de exposição pode não significar acesso adequado aos sons ambientais e de fala. Nisso outras questões estão envolvidas, como: grau da perda auditiva, qualidade e adequação da amplificação, alterações de orelha média ao longo da vida, uso consistente dos AASI, terapia fonoaudiológica e envolvimento familiar no tratamento, com a criação de um ambiente multiplicador de oportunidades de escuta.

Entende-se aqui por idade cronológica a idade da criança na data da avaliação. Ela permite estabelecer o esperado para o desenvolvimento auditivo e da linguagem, comparado ao dos pares ouvintes.

Em tempos de triagem auditiva neonatal (TAN), diagnóstico da deficiência de audição e intervenção fonoaudiológica nos primeiros meses de vida somado às tecnologias dos dispositivos eletrônicos que proporcionam o acesso aos sons ambientais e de fala com qualidade, Flexer e Madell (2008) comentaram sobre a emergência do desenvolvimento neurológico. As orelhas são apenas o caminho do som, para o acesso do cérebro ao mundo sonoro. Portanto quanto mais cedo os centros auditivos cerebrais forem acessados, serão expandidas as possibilidades de desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagens.

Para tanto, segundo Robbins et al. (2004), Cole e Flexer (2007), Robbins (2009) e Figueiredo e Novaes (2012), a intervenção fonoaudiológica deve acontecer o mais cedo possível e ser um processo contínuo ao longo do desenvolvimento da criança, com estratégias terapêuticas compatíveis ao desenvolvimento cognitivo de cada caso e com aconselhamento familiar que atenda as necessidades e dificuldades de cada momento ao longo do processo.

Quanto aos casos agrupados no intervalo de SII de 36 a 55 ($Int_{SII36-55}$) - Go, Ar, Pp e Ms - com características audiológicas do Gr4 e Gr5, a Figura 25 mostra os resultados observados nas avaliações pré e pós treinamento para os sons de Ling, e a Figura 26, para os estímulos onomatopéias.

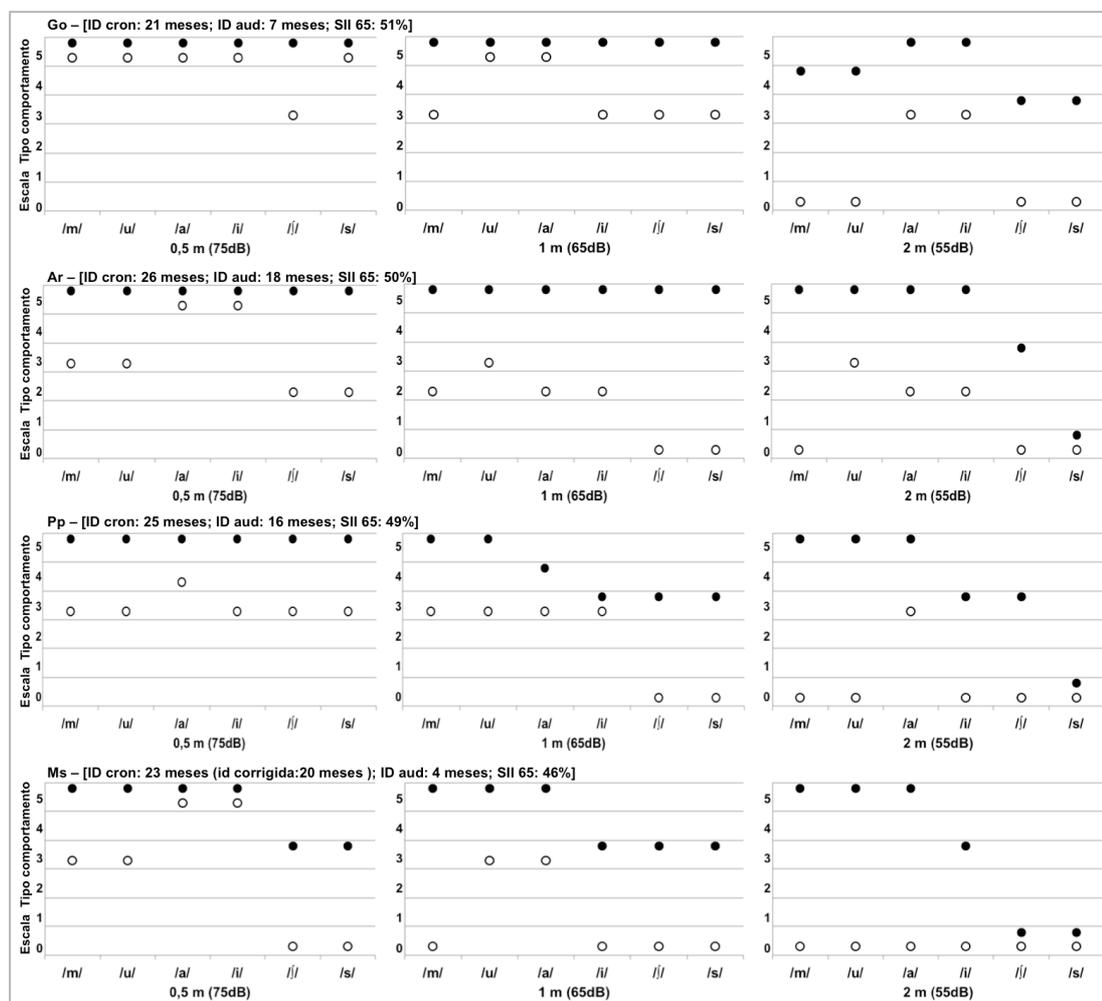


Figura 25 - Comportamento auditivo dos casos Go, Ar, Pp e Ms ($Int_{SII36-55}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: ● - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para os sons de Ling

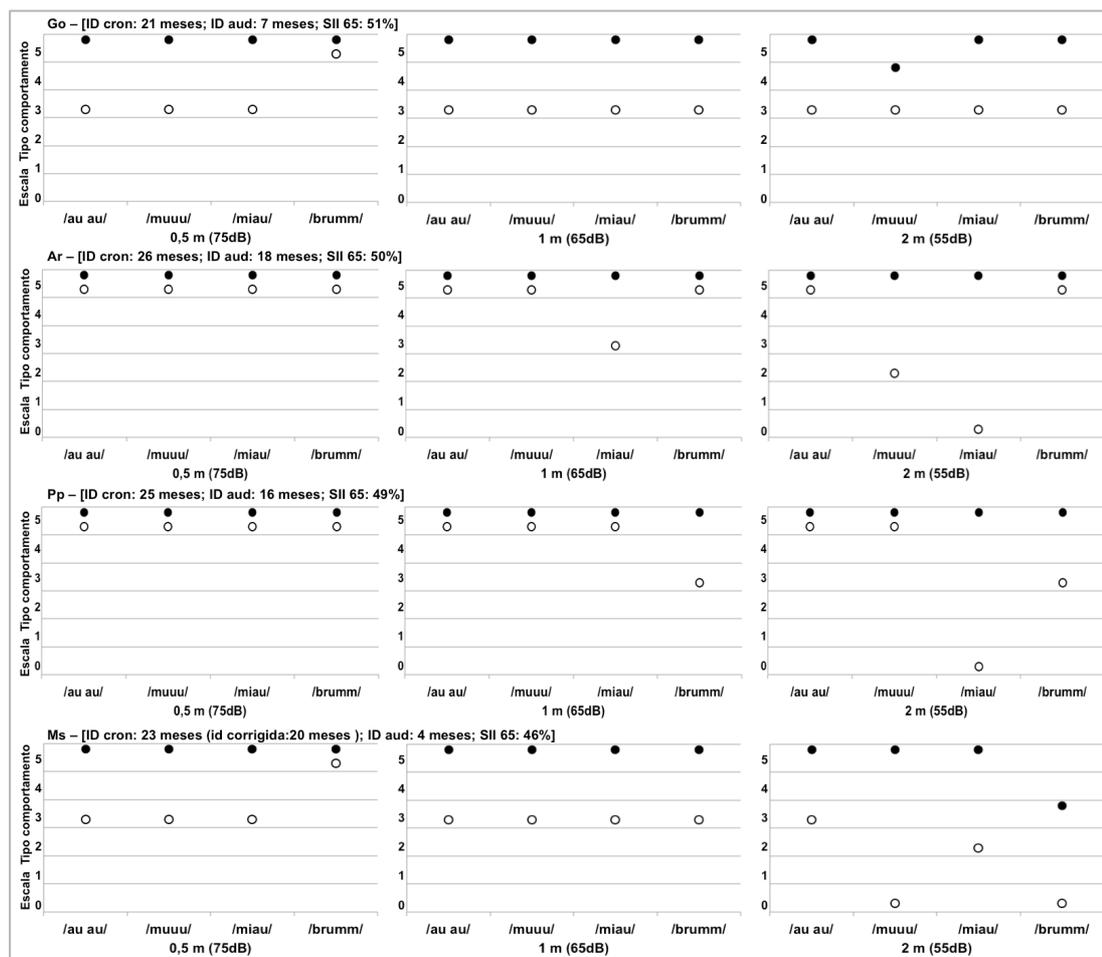


Figura 26-Comportamento auditivo dos casos Go, Ar, Pp e Ms (Int_{SII36-55}) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: • - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para onomatopéias

Como referido no estudo 2 deste trabalho³², os sujeitos com SII 65 pertencente ao intervalo de valores entre 36 e 55 (Int_{SII36-55}) são os que mais perdem em relação à audibilidade e à inteligibilidade de fala com a redução da intensidade de sinal de entrada e, portanto, com a aumento da distância entre a fonte sonora e o microfone do AASI.

Observa-se que, na avaliação pré treinamento para sons de Ling, as respostas auditivas observadas foram menos elaboradas com o aumento da distância para os quatro casos com valores de SII no Int_{SII36-55}. Na avaliação pós treinamento, de forma geral, as respostas observadas foram mais elaboradas, porém ainda estavam aquém do esperado para as distâncias maiores.

³² SII- Índice de inteligibilidade de fala em crianças com deficiência de audição: relação intensidade e distância (Capítulo 5)

Para os estímulos onomatopeias, observa-se que as repostas foram melhores já na primeira avaliação (pré treinamento), sendo que os casos Ar, Pp e Ms apresentaram comportamentos auditivos diferentes para a distância de dois metros, em comparação com as distâncias mais curtas. Ar e Pp têm características audiológicas Gr4, e Ms, Gr5, com valores de SII 65 no $Int_{SII36-55}$, intervalo em que há maior heterogeneidade de valores de SII e maior risco para audibilidade e inteligibilidade de fala, quando as condições do ambiente são alteradas (distância e ruído). Após o treinamento, o comportamento auditivo mudou para tipo 5 para todos os casos, inclusive para a distância de dois metros, mostrando que também para esses casos a familiaridade do estímulo de teste faz diferença para a qualidade do comportamento auditivo observado como resposta aos estímulos.

Algumas características desses casos, além do aumento da distância, podem ter influenciado respostas aquém do esperado. Fatores como otite média de repetição e inconsistência no uso da amplificação foram observados nos casos Pp, Ar e Ms.

O caso Pp apresentou otite média de repetição e inconsistência no uso da amplificação ao longo dos primeiros meses de vida e teve dificuldade de adesão ao uso da amplificação no início do processo terapêutico, que ocorreu aos nove meses. Com a progressão da perda auditiva e significativa piora nas respostas sem AASI (as características audiológicas mudaram do Gr5 para Gr4), a consistência de uso atingiu o esperado após acompanhamento audiológico com a adequação da amplificação à perda auditiva

Observa-se que as respostas de Pp foram 3, 4 e 5 na escala de tipo de comportamento auditivo. Apesar de, na avaliação pós treinamento, Pp ter apresentado tipos de resposta observáveis mais próximos do esperado em relação à avaliação pré treinamento, seu comportamento auditivo ainda não foi compatível com o que se esperava quando considerados aspectos relacionados à idade auditiva, idade cronológica e audibilidade. O fato é que os 16 meses de vida de uso da amplificação, não propiciaram constância do sinal acústico, devido à dificuldade de adesão ao uso consistente da amplificação e às alterações de orelha média.

As mesmas características quanto à presença de otite média de repetição e inconsistência de uso da amplificação foram observadas no caso Ar, que, ao longo do segundo ano de vida, passou a usar menos os AASI, talvez devido ao aumento na recorrência dos episódios de otite média, decorrente de sua entrada na creche.

O uso do aparelho de amplificação sonora pode variar conforme a rotina da criança ao longo dos primeiros anos de vida, como observado nos casos Pp e Ar. O fonoaudiólogo deve trabalhar junto com as famílias, ao longo de todo processo, para orientar quanto às dificuldades de uso específicas de cada fase da infância e garantir seu uso adequado sempre.

De fato, para o desenvolvimento auditivo e de linguagem, o uso do AASI deve ser consistente sempre, desde os primeiros meses de vida. Para os casos Pp e Ar, com a mesma idade auditiva e cronológica de três meses de diferença, iniciar o uso da amplificação logo nos primeiros meses de vida parece ter sido determinante para a qualidade das respostas auditivas e para o desenvolvimento auditivo.

Em casos assim, que sofrem perda da audibilidade e inteligibilidade com o aumento da distância, características essas inerentes às características da perda auditiva e às limitações da amplificação, o fonoaudiólogo deve cuidar da distância e outras questões acústicas do ambiente que possam prejudicar a audibilidade, e estar atento a fatores que interferiram na qualidade da audibilidade, como a otite média e a falta de uso adequado da amplificação.

Em geral, as pesquisas sobre o desenvolvimento da linguagem em crianças deficientes auditivas excluem sujeitos com histórico de otite ou que não fazem uso consistente da amplificação, por serem fatores de confusão na análise dos resultados de linguagem. Bagatto et al. (2011), em estudo sobre os benefícios da amplificação para o desenvolvimento auditivo, incluíram crianças com essas características muito comuns na rotina clínica chamadas de fatores complexos, para que os resultados indicassem a real natureza do desenvolvimento auditivo em crianças pequenas.

Dentre os quatro casos com valor de SII no intervalo Int_{SII36-55}, também estão Go e Ms.

Ms, assim como os casos Pp e Ar, também apresentou otite média de repetição. Com diagnóstico audiológico tardio devido à prematuridade e a intercorrências perinatais, o início da intervenção fonoaudiológica com a indicação dos aparelhos de amplificação aconteceu quando Ms tinha 19 meses de idade. Na época da avaliação sistemática do comportamento auditivo, Ms estava com 23 de idade cronológica equivalendo a 20 meses de idade corrigida, devido a prematuridade.

Observa-se que as respostas comportamentais de Ms, na avaliação pós treinamento, não alcançaram o tipo de resposta de procurar a fonte sonora até encontrar (5) nas distâncias maiores, de um e dois metros, exceto para as onomatopeias (/au au/, /muuu/ e /miau/), que Ms procurou até encontrar.

O caso Go apresentou mudança no tipo de comportamento auditivo entre as avaliações pré e pós treinamento para a distância de um e dois metros para todos os estímulos. Go tinha idade auditiva de sete meses e iniciou o processo terapêutico com a seleção dos AASI aos 14 meses.

Considerar as idades cronológicas e idades corrigidas devido à prematuridade, norteia o fonoaudiólogo a estabelecer o resultado esperado para cada criança. Discrepâncias no comportamento auditivo observado implicam investigar outras variáveis que possam estar interferindo negativamente no desenvolvimento auditivo, para o fonoaudiólogo poder intervir e propiciar o desenvolvimento.

Diefendorf (2003) relatou a importância do estabelecimento da idade mental da criança em procedimentos de avaliação. Para prematuros, pode haver a necessidade de corrigir intervalos entre a idade cronológica e a idade de desenvolvimento. Segundo o autor, essa é uma questão importante como preditor do desempenho da criança em relação à idade.

Dos oitos casos estudados, dois - Bh e Mf - apresentaram perdas auditivas do Gr1, portanto, valores de SII amplificado no intervalo de até 35% ($Int_{SII \leq 35}$).

As Figuras 27 e 28 mostram os resultados do comportamento auditivo observado como resposta para a avaliação sistemática do comportamento auditivo para sons de fala nas avaliações pré e pós treinamento.

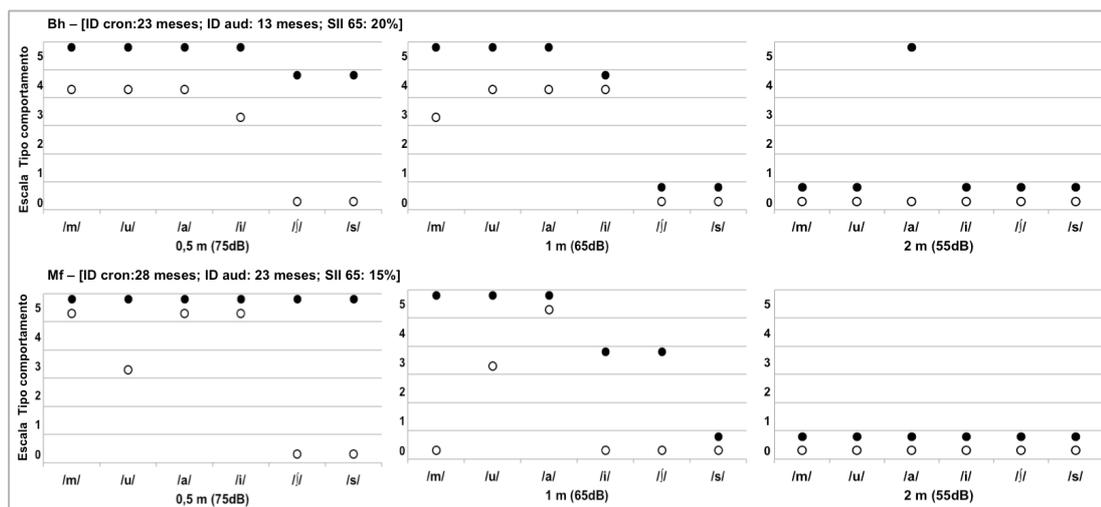


Figura 27 - Comportamento auditivo dos casos Bh e Mf ($Int_{SII \leq 35}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: ● - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para os sons de Ling

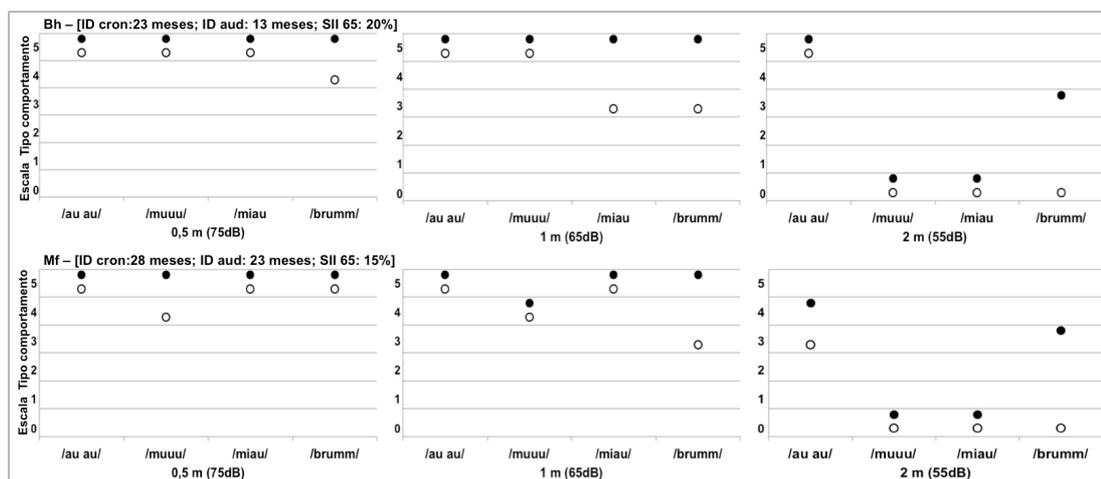


Figura 28 - Comportamento auditivo dos casos Bh e Mf ($Int_{SII \leq 35}$) nas duas avaliações (pré treinamento: ○ - pontos vazios e pós treinamento: ● - pontos cheios) segundo a escala de tipo de comportamento para onomatopeias

Bh e Mf não apresentaram mudança no tipo de comportamento auditivo para a distância de dois metros para os sons de Ling e para algumas onomatopeias. Ambos demonstraram pouca audibilidade para sons de fala e, quanto maior a distância menor audibilidade. Observa-se que, a meio metro os dois casos foram capazes de procurar a fonte sonora até encontrar. A ausência de resposta auditiva aos estímulos a dois metros evidencia a falta de audibilidade para sons de fala em distâncias maiores. Por sua vez, a manutenção do tipo de comportamento auditivo esperado para as respostas a um metro pode ser indicativo de que há pouca

audibilidade pela incerteza do que se escuta, não despertando assim, o comportamento de procurar a fonte sonora até encontrá-la.

7.3.3 Desenvolvimento auditivo: Questionário Auditivo LittIEARS

Para a avaliação do desenvolvimento auditivo, foi utilizado o questionário LittIEARS, que se encontra em processo de validação em crianças brasileiras (Leandro e Novaes), do qual as crianças avaliadas neste estudo também fazem parte. Assim sendo, para este estudo, o questionário foi usado de modo exploratório visando sistematizar características do desenvolvimento de habilidades auditivas das crianças.

A escolha desse instrumento se deve ao fato de que a literatura (Coninx et al., 2009; Obrycka et al., 2009; May-Mederake et al., 2010; Bagatto et al., 2011) o apontou como instrumento de aplicação fácil e rápida e capaz de retratar a evolução de cada caso.

O questionário foi aplicado em dois momentos com o objetivo de observar a evolução do desenvolvimento dos casos estudados. Os dados das oito crianças foram registrados em curva de dados normativos publicado por Coninx et al. (2009). A curva de registro utilizada foi a proposta por Bagatto et al. (2011)³³.

Os resultados obtidos foram usados como indicadores do desenvolvimento auditivo ao longo dos primeiros anos de vida .

As idades auditivas e cronológicas, assim como os valores de SII 65 amplificado, podem ser observados na curva de resposta para pontuação do LittIEARS nas duas avaliações realizada (Figura 29).

³³ Está disponível para *download* em <http://www.dslio.com/page/en/pedamp/formandscoresheets.html>

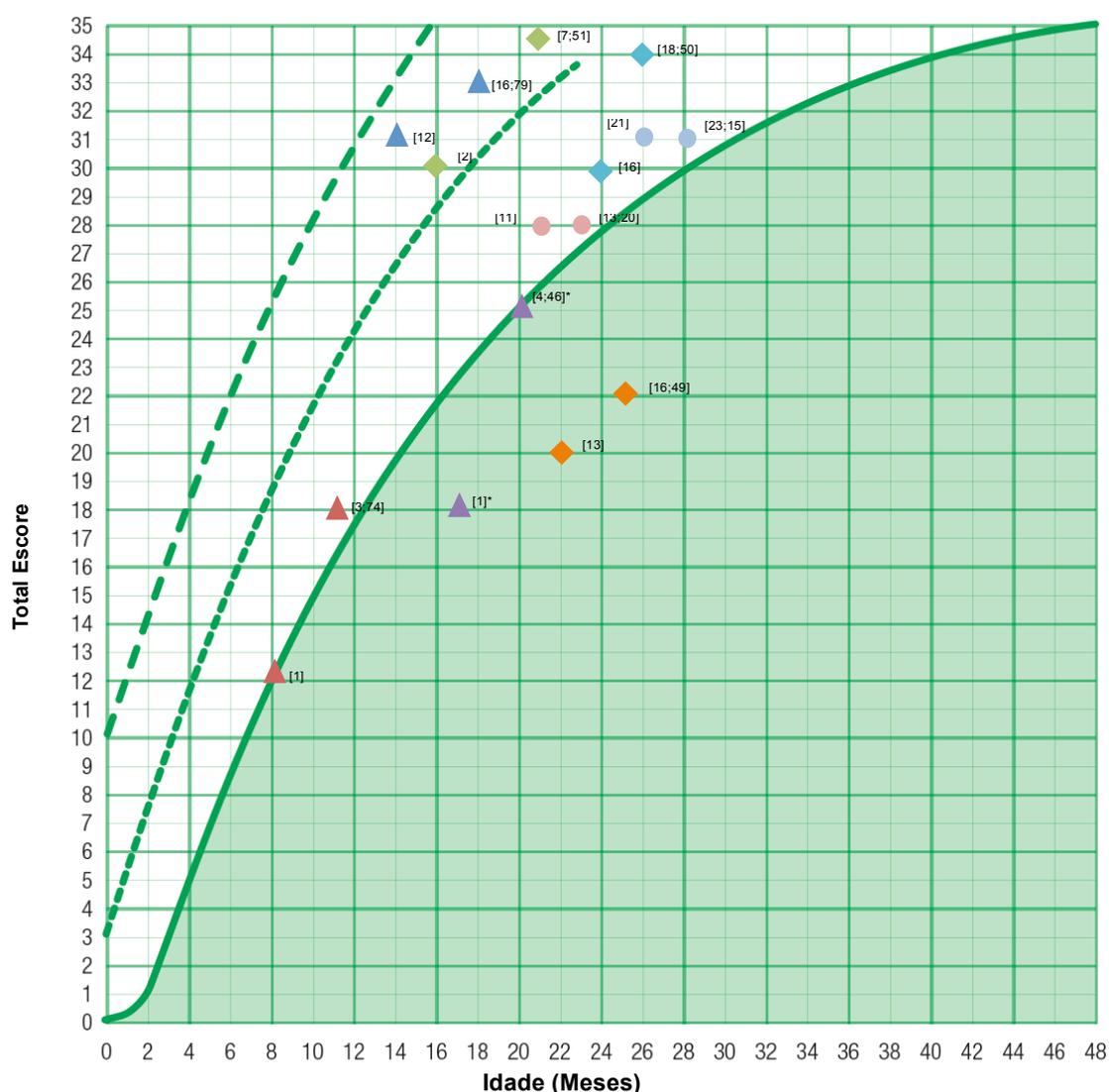


Figura 29 – Pontuação no questionário auditivo LittIEARS dos oito casos estudados em dois momentos

Legenda: ▲Eb; ▲Fn ; ▲Ms; ◆Go; ◆Ar; ◆Pp(perda progressiva); ●Bh (perda progressiva); ●Mf (perda progressiva); [idade auditiva]; [idade auditiva; SII65(%)]

▲- Gr5; ◆-Gr4; ●-Gr1

*O caso Ms é prematuro: 24 semanas de idade gestacional. Na curva de resposta a idade cronológica está corrigida.

Curva de resposta proposta por Bagatto et al. (2011) a partir dos dados normativos de Coninx et al. (2009).

Os resultados observados sobre o desenvolvimento auditivo obtidos por meio da aplicação do questionário LittIEARS em dois momentos, permitiu avaliar os oito casos em relação aos seus pares ouvintes ao longo do tempo.

Eb e Fn, casos com características audiológicas do Gr5 e valores de SII no $Int_{SII \geq 56}$, estão dentro do esperado para a idade cronológica. Eb atingiu 33 pontos (dos 35 – pontuação máxima) aos 18 meses de idade e Fn,

apesar de próximo ao limite inferior do esperado para a idade cronológica, apresentou uma inclinação de curva indicativa de que seu desenvolvimento, futuramente, alcançará a média esperada para a idade. Foi iniciado o processo de intervenção fonoaudiológica aos oito meses de idade e, com o uso consistente da amplificação e terapia fonoaudiológica uma vez por semana alcançou, o desenvolvimento esperado para a idade.

O caso Go, com características audiológicas do Gr4, apresentou escores no questionário LittleEARS dentro do esperado para a idade nos dois momentos avaliados (com idades auditivas de dois meses e sete meses). Observa-se que a inclinação da curva indica o desenvolvimento auditivo ao longo do tempo de acordo com o esperado para idade. Não foram observados, na história do caso Go, fatores que possam interferir no desenvolvimento auditivo, além da questão da audibilidade. Go apresenta audibilidade expressa em valor de SII 65 dentro do intervalo de valores que são mais afetados pela distância ($Int_{SII36-55}$) de acordo com Figueiredo e Novaes (2013). As respostas auditivas observadas na avaliação sistemática após treinamento auditivo, mostraram que, com a familiarização dos estímulos, podem-se observar respostas auditivas compatíveis com as características do caso nas três distâncias avaliadas. Nesse sentido, para os casos com desenvolvimento auditivo dentro do esperado para a idade, logo nos primeiros anos de vida, a intervenção fonoaudiológica visa o desenvolvimento contínuo, com estratégias terapêuticas apropriadas para cada faixa etária a fim de garantir o desenvolvimento harmônico e contínuo da criança. Para tanto, são necessárias orientações à família e encaminhamentos que atendam a demanda de cada faixa etária, ao longo do processo terapêutico.

Os resultados do questionário LittleEARS mostraram que os casos Pp e Ms estão fora do esperado para a idade, com inclinação da curva de desenvolvimento indicando evolução também fora do esperado para idade.

O caso Ms, caso classificado com Gr5, com curva audiométrica descendente e SII 65 igual a 46%, apresentou desenvolvimento auditivo fora do esperado para a idade cronológica, corrigida em três meses devido a prematuridade. Mas, após três meses de uso da amplificação, com terapia

fonoaudiológica uma vez por semana, aumentou o escore no questionário LittlEARS ficando no limite inferior do esperado para a idade cronológica corrigida. A inclinação da curva dos resultados indica que alcançara o que é esperado para a idade. A experiência auditiva com as atividades de familiarização dos estímulos mostrou mudança no comportamento auditivo observável, ficando as respostas auditivas mais próximas do esperado. Apenas para distâncias maiores, com estímulos com características em frequências altas, as respostas auditivas não mudaram após treinamento, indicando que a distância parece ser determinante para a audibilidade, considerando as características do caso. Ms apresentou otites de repetição. É evidente que o fonoaudiólogo deve estar atento aos quadros de alteração de orelha média e aos cuidados com os fatores distância e ruído, para garantir o acesso adequado do sinal acústico, principalmente nos casos em que os valores de SII 65 estão no $Int_{SII36-55}$, na qual fatores (distância, ruído, otites) influenciam e prejudicam a audibilidade e inteligibilidade de fala.

O caso Pp, também com audibilidade expressa por valores de SII 65 no intervalo de risco para interferência de outros fatores, apresentou, no questionário auditivo, escores abaixo do esperado para a idade e para a audibilidade proporcionada pelos aparelhos de amplificação. Pp foi diagnosticado com perda auditiva característica do Gr5, com SII 65 no $Int_{SII\geq 56}$. Nessa época, fez uso inconsistente dos AASI e também apresentou histórico de otite média de repetição. Embora pudesse ter acesso adequado aos sons de fala para desenvolvimento das habilidades auditivas como esperado para a idade, fatores complexos (otite e inconsistência do uso da amplificação) parecem ter-lhe prejudicado a audibilidade e o desenvolvimento. A perda auditiva progrediu, passando da classificação Gr5 para Gr4 e os AASI foram reajustados para adequação da amplificação conforme as características da perda auditiva. Nesse momento, foi aplicado o LittlEARS que mostrou o desenvolvimento auditivo fora do esperado para a idade. Após três meses de uso consistente da amplificação e terapia fonoaudiológica uma vez por semana, Pp apresentou melhora no escore do questionário LittlEARS, porém, não como o esperado para a idade.

Para casos assim, a intervenção fonoaudiológica é necessária com condutas terapêuticas que visem a mudança na inclinação da curva de desenvolvimento, com cuidados na orientação sobre fatores que prejudicam a audibilidade.

Os dados encontrados sobre a evolução do desenvolvimento auditivo dos casos estudados estão de acordo com Bagatto et al. (2011), que referiram que crianças com fatores complexos podem obter, na avaliação com LittlEARS, desenvolvimento abaixo do esperado para a idade.

O caso Ar apresentou fatores complexos como otite média de repetição e inconsistência do uso durante o segundo ano de vida. Observa-se que os escores na questionário auditivo LittlEARS estão dentro do esperado para a idade. Os cuidados do fonoaudiólogo para com esse caso são: orientar a família quanto às questões da importância do uso da amplificação, encaminhamentos para tratamento dos quadros de otite média e atenção quanto à distância, pois Ar tinha perda auditiva, classificada como Gr4 com intervalo de SII 65 em $Int_{SII36-55}$, quando não apresentava alteração de orelha média, características essas em que a audibilidade para sons de fala é mais afetada pela distância. Tais cuidados são necessários para o progresso contínuo do desenvolvimento da linguagem.

Os casos Mf e Bh, com características de progressão da perda auditiva, estão dentro do esperado para a idade cronológica para o desenvolvimento auditivo. No início da intervenção fonoaudiológica com a indicação dos aparelhos de amplificação sonora, Mf e Bh tinham perdas auditivas classificadas como Gr4 e audibilidade expressas pelos valores de SII 65 dentro do $Int_{SII36-55}$, e faziam terapia fonoaudiológica (Mf uma vez por semana e Bh duas vezes por semana). Isso propiciou desenvolvimento das habilidades auditivas, alcançando escores no questionário auditivo LittlEARS dentro do esperado para a idade. Com a progressão da perda auditiva, os dois casos foram classificados como Gr1, com audibilidade expressa pelos valores de SII 65 no $Int_{SII\leq 35}$. Os dois casos foram encaminhados e estão em processo de avaliação para indicação de implante coclear. A conduta fonoaudiológica nesses casos é o encaminhamento para indicação de implante coclear, no sentido de proporcionar audibilidade suficiente para o

desenvolvimento da linguagem. Robbins et al. (2004) afirmaram que, quanto mais cedo for a ativação do implante coclear para crianças com perda auditiva de grau profundo, melhores serão as oportunidades de aquisição das habilidades auditivas e de linguagem.

7.4 Conclusões

O estudo dos oito casos permitiu a discussão das implicações clínicas do uso do instrumento de Avaliação sistemática do comportamento auditivo como um procedimento de observação do comportamento auditivo para sons de fala em crianças usuárias de AASI nos primeiros três anos de vida, no início do processo de intervenção fonoaudiológica, que também incluiu a análise de variáveis que interferiram nas respostas auditivas observadas.

Os casos estudados puderam mostrar que:

- O processo de validação com avaliação sistemática do comportamento auditivo permitiu comparar as respostas observadas com resultados esperados para cada idade, considerando as características de cada caso. Nos casos em que houve discrepância entre o observado e esperado, a presença de outros fatores, além das características audiológicas e idades cronológica e auditiva, podem ter interferido no desenvolvimento das habilidades auditivas. Identificar esses fatores logo nos primeiros anos de vida do processo terapêutico, parece ser importante para tomadas decisão clínico-terapêuticas quanto a orientações à família sobre o uso da amplificação e limitações de audibilidade em ambientes ruidosos e para maiores distâncias, e outros encaminhamentos, como tratamento de alterações de orelha média e indicação para implante coclear.
- Para os casos Eb e Fn, com características audiológicas do Gr5 e audibilidade expressa por valores de SII 65 no $\text{IntSII} \geq 56$, a idade no início da intervenção fonoaudiológica com a indicação dos aparelhos de amplificação sonora nos primeiros meses de vida

pareceu ser determinante na qualidade das respostas auditivas comportamentais, assim como para o desenvolvimento auditivo avaliado pelo questionário auditivo LittleEARS.

- Para os casos Go, Ar, Pp e Ms, com audibilidade expressa pelos valores de SII 65 no $Int_{SII36-55}$, a distância mostrou interferir na qualidade das respostas auditivas observadas. Fatores como otite média de repetição, progressão da perda auditiva e inconsistência do uso do AASI estavam presentes no histórico desses casos e podem ser considerados fatores de interferência no desenvolvimento auditivo. Portanto, crianças com audibilidade nesse intervalo de valores de SII 65, são crianças de risco para audibilidade e inteligibilidade de fala, pois, quando alterada a intensidade do sinal de entrada, os valores SII diminuem para o intervalo de até 35%, indicando pouco acesso aos sons de fala.
- Para os casos Bh e Mf, com características audiológicas do Gr1, com audibilidade expressa por valores de SII 65 no $Int_{SII\leq 35}$, a falta de audibilidade não permitiu a observação de respostas auditivas comportamentais para distâncias maiores (um e dois metros). No questionário auditivo, os resultados indicaram desenvolvimento dentro do esperado para a idade, pois no primeiro anos de vida, tinham audibilidade para sons de fala expressa por valores de SII65 no $Int_{SII36-55}$ e terapia fonoaudiológica, o que proporcionou experiência auditiva para o desenvolvimento das habilidades auditivas. Visando o desenvolvimento contínuo das habilidades auditivas e de linguagem, é necessário reestabelecer a audibilidade para sons de fala. Para casos com perdas auditivas Gr1, é necessário o encaminhamento para indicação do implante coclear.
- A aplicação do instrumento Avaliação sistemática do comportamento auditivo, pré e pós treinamento, permitiu avaliar as

mudanças no comportamento auditivo e mostrou que, em alguns casos, o estímulo não desencadeou resposta observável, o que pode não ter significado ausência de detecção, pois após as atividades de familiarização, puderam-se observar comportamentos auditivos em resposta aos estímulos. Portanto, para avaliação do comportamento auditivo, é necessário que os estímulos sejam de conhecimento da criança. Para isso, eles devem ser ensinados à criança com brincadeiras compatíveis à idade e em contexto lúdico-terapêutico.

- O treinamento auditivo realizado em contexto lúdico-terapêutico com brincadeiras compatíveis com a idade e os interesses de cada criança, propiciaram experiência sonora e aprendizado dos estímulos de teste, gerando prazer em escutar e permitindo que respostas auditivas fossem observadas.
- Na aplicação do instrumento de avaliação sistemática do comportamento auditivo, o posicionamento da criança e a participação de dois fonoaudiólogos para a observação do comportamento auditivo pareceu ser fundamental, dado que alguns tipos de comportamento auditivo em resposta aos estímulos foram observados no rosto da criança.
- O questionário auditivo LittleEARS é uma avaliação transversal do desenvolvimento auditivo que pareceu refletir o comportamento auditivo observado nestes casos. Permitiu avaliar o reflexo de audibilidade dos sons de fala no desenvolvimento das habilidades auditivas, desde que a criança tenha feito uso consistente da amplificação, terapia fonoaudiológica, e tenha sido orientada quanto a fatores que interferem no acesso aos sons de fala.

7.5 Outras considerações

- Os tipos de respostas auditivas observadas estão relacionadas ao desenvolvimento sensório-motor da criança e, também à experiência auditiva com o uso consistente dos aparelhos de amplificação sonora, o que implica que o conhecimento das etapas do desenvolvimento infantil pelo fonoaudiólogo é determinante para uma avaliação adequada durante o processo de validação da amplificação.
- A consistência do uso dos aparelhos de amplificação sonora logo nos primeiros meses de vida proporciona aprendizado e consistência às respostas auditivas observadas.
- Otite média e a falta de uso dos aparelhos de amplificação sonora são fatores complexos que influenciam o desenvolvimento das habilidades auditivas devido à inconsistência das experiências auditivas.
- A adequação da amplificação é fator primordial para que todo processo aconteça. Portanto, a verificação deve ser realizada e a obtenção dos valores de SII amplificado durante a verificação norteia o profissional durante a observação da respostas auditivas da criança, assim como auxilia na tomada de decisões clínico-terapêuticas quanto às abordagens educacionais e encaminhamentos para implante coclear.
- Determinar em qual distância cada caso responde ao estímulo de fala, é importante para orientar as estratégias terapêuticas durante a intervenção e orientar a família quanto às possibilidades da aprendizagem incidental.

8. Conclusões

- Classificar a perda auditiva apenas pelo grau, parece não refletir as características de audibilidade expressas pelos valores do SII gerados na verificação dos AASI. A análise de agrupamento permitiu verificar que considerar a combinação dinâmica de grau e configuração da perda auditiva para determinação dos índices de inteligibilidade de fala, tem relação mais forte com a capacidade auditiva do indivíduo.
- A análise de agrupamento gerou cinco grupos homogêneos internamente e heterogêneos entre si quanto às características audiológicas. A partir dos grupos determinaram-se três intervalos de valores de SII 65: até 35%, entre 36 e 55% e acima de 55%.
- O estudo dos grupos e intervalos de SII 65 permitiu determinar características audiológicas com mais vulnerabilidade para a diminuição da audibilidade dos sons de fala. Orelhas com valores de SII 65 no intervalo de 36 a 55 %, são as que têm audibilidade mais afetada com a diminuição da intensidade do sinal de entrada ou com o aumento da distância entre o falante e o microfone do AASI. Portanto, crianças com audibilidade expressa por valores de SII 65 nesse intervalo, precisam ser orientadas quanto às limitações da amplificação nessas condições.
- As perdas auditivas com configuração descendente precisam ser avaliadas com cautela, pois nem sempre valores de SII representam com precisão características de audibilidade.
- Equações para determinar as características audiológicas (grupo) e para determinar valores de SII 65 ajustados a partir dos limiares auditivos, foram geradas a partir das análises, para que fonoaudiólogos possam incluí-las nos protocolos de seleção de AASI e assim estimar os valores de SII.

- Foram construídas curvas de referência de valores de SII 55 e SII 65 para compor o protocolo de verificação da adequação da amplificação. A avaliação conjunta dos dois valores de SII (55 e 65dB NPS) permite ao fonoaudiólogo avaliar a questão audibilidade e distância para cada caso.
- As equações e curvas de referência podem ser usadas como um método de avaliação da amplificação, mas não substituem o processo de verificação alvo-saída de acordo com a regra prescritiva. A verificação dos aparelhos de amplificação é uma etapa importante no processo de seleção em bebês e crianças abaixo de três anos de idade, pois o acesso aos sons de fala precisa ser garantido para o desenvolvimento da linguagem.
- Para o processo de validação da amplificação em crianças pequenas, a avaliação sistemática do comportamento auditivo permitiu descrever respostas auditivas observadas para estímulos de fala e analisá-las, considerando as características de cada caso.
- O SII é uma medida da capacidade auditiva que, juntamente com as características de cada caso, podem contribuir para o estabelecimento do desempenho auditivo esperado. O processo de validação da amplificação com a avaliação da qualidade do comportamento auditivo observado em resposta a estímulos de fala, permitiu avaliar se o desempenho observado estava compatível com o esperado. Nos casos de discrepância entre esperado e observado, foram observados fatores de interferência como: inconsistência do uso da amplificação, presença de otite média de repetição e/ou progressão da perda auditiva.
- A avaliação sistemática do comportamento auditivo em dois momentos, antes e depois de atividades lúdicas para familiarização dos estímulos de teste, mostrou que as crianças estudadas precisaram dar significado aos estímulos de teste, para que elas manifestassem respostas auditivas. Assim, pôde-se avaliar com fidedignidade o desempenho auditivo para

tomadas de decisão clínico-terapêuticas, como, por exemplo, encaminhamento para avaliação da indicação de implante coclear. Sem a familiarização dos estímulos de fala, pôde-se constatar que o observado não era compatível com o esperado na avaliação do comportamento auditivo, podendo levar a condutas inadequadas.

- Avaliar a audibilidade para sons de fala em diferentes distâncias, em crianças em fase de desenvolvimento da linguagem, é importante para conhecer, em cada caso, as limitações da amplificação e, assim, orientar as tomadas de decisões clínicas para indicação do sistema de FM e instruir a família quanto a essas limitações.
- O histórico dos casos estudados mostrou que fatores complexos (otite média de repetição, inconsistências do uso da amplificação e progressão da perda auditiva) podem estar presentes ao longo dos primeiros anos de vida. Tal fato mostra a ocorrência de variação da audibilidade determinada no processo diagnóstico e no início da intervenção fonoaudiológica com a indicação dos AASI. Portanto, faz-se necessário o acompanhamento audiológico com procedimentos de validação ao longo dos primeiros anos de vida, para ajustes na amplificação visando o acesso adequado aos sons de fala e para suporte às famílias com orientação para compreensão da importância da intervenção fonoaudiológica contínua para o desenvolvimento da linguagem.

9. Anexos

Anexo 1

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Programa de Pós Graduação em Fonoaudiologia
Comitê de Ética

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Pais e/ou Responsáveis pelo Sujeito da Pesquisa

Nome do participante: _____ Data: __ / __ / __

Pesquisador Principal: Renata de Souza Lima Figueiredo
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Rua Monte Alegre, 984 – Perdizes – SP

1. **Título do estudo:** Processos de verificação e validação da amplificação em crianças com deficiência auditiva: índice de inteligibilidade de fala (SII) e comportamento auditivo.
2. **Propósito do Estudo:** Estabelecer a relação entre audibilidade para sons de fala e características de respostas audiológicas e comportamentais em bebês e crianças com até três anos de idade usuárias de aparelhos de amplificação sonora.
3. **Procedimentos:** Autorizo a pesquisadora a utilizar todos os dados obtidos no prontuário, no atendimento fonoaudiológico e dados das entrevistas com membros da família.
4. **Riscos e Desconfortos:** Não existem riscos médicos ou desconfortos associados ao desenvolvimento desta pesquisa.
5. **Benefícios:** Compreendo que não existem benefícios financeiros pela participação na pesquisa. Sei que os resultados desse estudo podem ajudar os profissionais da área a refletir sobre a atuação clínica fonoaudiológica com bebês deficientes auditivos.
6. **Direitos de Participante:** Tenho plena consciência de que posso me retirar deste estudo a qualquer momento.
7. **Compensação Financeira:** Não receberei nenhuma recompensa financeira para participar deste estudo.
8. **Confidencialidade:** Todos os dados (histórico, protocolos de avaliação, exames, gravações dentre outros documentos utilizados) serão analisados apenas pela pesquisadora e orientadora. Somente o primeiro nome do participante será divulgado.
9. **Dúvidas:** *Se tiver dúvidas, posso telefonar para Renata, no número (11) 981442420*

Eu compreendo meus direitos como um sujeito de pesquisa e voluntariamente consinto em participar deste estudo. Compreendo sobre o que, como e por que este estudo está sendo realizado. Receberei uma cópia deste formulário de consentimento.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do Responsável
Nome
Endereço
Telefone

Assinatura da Pesquisadora
Nome: Renata de Souza Lima Figueiredo
email: rsl.figueiredo@gmail.com
Telefone: 11-981442420

Anexo 2



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUC-SP
SEDE CAMPUS MONTE ALEGRE

Protocolo de Pesquisa nº 337/2010

Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde
Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia
Orientador(a): Prof.(a). Dr.(a). Beatriz Cavalcanti de Albuquerque Caiuby Novaes
Autor(a): Renata de Souza Lima Figueiredo

PARECER sobre o Protocolo de Pesquisa, em nível de Tese de Doutorado, intitulado *Relação entre limiares estimados e audiabilidade para fala no processo de seleção de aparelhos de amplificação sonora em bebês*

CONSIDERAÇÕES APROVADAS EM COLEGIADO

Em conformidade com os dispositivos da Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), em que os critérios da relevância social, da relação custo/benefício e da autonomia dos sujeitos da pesquisa pesquisados foram preenchidos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido permite ao sujeito compreender o significado, o alcance e os limites de sua participação nesta pesquisa.

A exposição do Projeto é clara e objetiva, feita de maneira concisa e fundamentada, permitindo concluir que o trabalho tem uma linha metodológica bem definida, na base do qual será possível retirar conclusões consistentes e, portanto, válidas.

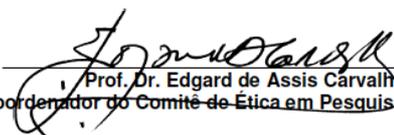
No entendimento do CEP da PUC-SP, o Projeto em questão não apresenta qualquer risco ou dano ao ser humano do ponto de vista ético.

CONCLUSÃO

Face ao parecer consubstanciado apensado ao Protocolo de Pesquisa, o Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP – Sede Campus Monte Alegre, em Reunião Ordinária de 08/11/2010, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 337/2010.

Cabe ao(s) pesquisador(es) elaborar e apresentar ao CEP da PUC-SP – Sede Campus Monte Alegre, os relatórios parcial e final sobre a pesquisa, conforme disposto na Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996, inciso IX.2, alínea "c", do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS), bem como cumprir integralmente os comandos do referido texto legal e demais resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde (MS).

São Paulo, 08 de novembro de 2010.


Prof. Dr. Edgard de Assis Carvalho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC-SP

Anexo 3

Avaliação sistemática do comportamento auditivo

Data: ___/___/___

Nome: _____ D/N: ___/___/___ Idade: _____

Data 1ªAASI: ___/___/___ Id Auditiva: _____ Melhor orelha: OD OE SII75: ___% SII65: ___% SII55: ___%

Fatores complexos: _____ Avaliador: _____

Sons Ling	Distância			SILÊNCIO
	0,5m ___dB	1m ___dB	2m ___dB	
/a/	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrancelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)

Sons Ling	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/i/	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)
Obs.: _____ _____ _____ _____ _____				
Sons Ling	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/m/	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)
Obs.: _____ _____ _____ _____ _____				

Sons Ling	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/s/	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrancelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)

Obs.: _____

Sons Ling	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/ʃ/	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrancelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)

Obs.: _____

Sons Ling	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/u/	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobancelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)

Onomatopeias	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/au au/ 	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobancelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)

Onomatopeias	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/Brum/ 	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrançelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Obs.: _____ _____ _____ _____ _____ </div>

Onomatopeias	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
/Muu/ 	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrançelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3)
	(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	vocaliza (4)
(1) (2)	(1) (2)	(1) (2)	Procura a fonte sonora (5)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Obs.: _____ _____ _____ _____ _____ </div>

Onomatopeias	0,5m dB	1m dB	2m dB	SILÊNCIO
<p>/Miau/</p> 	<p>(1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2)</p>	<p>(1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2)</p>	<p>(1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2) (1) (2)</p>	<p>Nenhuma movimento / não demonstra ter ouvido (0) Movimento / demonstra ter ouvido (1) <input type="checkbox"/> Arregalar olhos / <input type="checkbox"/> franzi a testa ou sobrancelha / <input type="checkbox"/> Sorri ou chora/ <input type="checkbox"/> Alteração da sucção / <input type="checkbox"/> Movimentação partes do corpo/ <input type="checkbox"/> caretas/ <input type="checkbox"/> mudança na respiração/ <input type="checkbox"/> Outros: _____</p> <p>Olha para o que está a frente: brinquedo distrator (2) Olha para o rosto da fonoaudióloga a frente (3) vocaliza (4) Procura a fonte sonora (5)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Obs.: _____ _____ _____ _____ _____</p> </div>

Obs.: _____

Anexo 4

*1ª versão (2012) Não reproduzir.

LittlEars – Questionário Auditivo: Questionário para pais para avaliar comportamento auditivo

Este questionário auditivo foi desenvolvido para avaliar desenvolvimento auditivo em crianças ouvintes e em crianças com deficiência auditiva após o implante coclear (IC) ou adaptação de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI). Abrange desenvolvimento auditivo nos primeiros dois anos pós IC ou adaptação de AASI (até a idade auditiva de dois anos) ou em crianças ouvintes até dois anos de idade. O questionário inclui perguntas sobre respostas auditivas que dependem da idade e apresentam complexidade crescente. Portanto, com crianças mais novas poucas respostas terão a resposta “sim”.

Como completar o questionário?

Todas as perguntas devem ser respondidas marcando a alternativa “sim” ou “não”.

Por favor, marcar:

- SIM: se você já observou este comportamento em seu filho pelo menos uma vez.
- NÃO: se você nunca observou este comportamento ou não tem certeza.

Se você responder 6 “não” para uma criança ouvinte, não é necessário continuar respondendo o questionário. Essas perguntas serão consideradas como “não”.

Para crianças com AASI ou IC, todas as questões devem ser respondidas, visto que comportamentos auditivos descritos nas demais perguntas podem ser observados.

CENTRO AUDIÇÃO NA CRIANÇA

CeAC – DERDIC / PUC-SP



Derdic

Paciente: _____ Idade: _____

Para crianças com AASI ou IC:

Data da Cirurgia: ___/___/___ OD/OE

Data 1ª ativação: ___/___/___ Data adaptação dos AASI: ___/___/___

Data 2ª cirurgia: ___/___/___ OD/OE

Data da 2ª ativação: ___/___/___

Idade Auditiva*: _____

***Cálculo da Idade Auditiva:**

Crianças com audição normal: idade auditiva igual idade cronológica

Criança com IC: intervalo de tempo desde a ativação do primeiro processador. Se primeira ativação não é conhecida: tempo decorrido desde a cirurgia menos 1 mês.

Criança com AASI: intervalo de tempo desde a adaptação do AASI.

Outras perguntas de interesse:

- 1- Você já observou no seu filho, alguma resposta para sons ou vozes que não estão incluídos nesse questionário?
- 2- Você notou alguma resposta para sons ou vozes que você tenha considerado surpreendente recentemente ou nas duas últimas semanas (i.e. Ele/ela já consegue responder para sons?)

Obrigada por preencher o LittlEars Questionário Auditivo!

	Resposta Auditiva	Resposta	Exemplo
1	Seu filho responde para uma voz familiar?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Sorriso; Olha para a fonte; fala animadamente
2	Seu filho escuta quando alguém esta falando?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Escuta; espera e escuta; olha para quem fala por um período mais longo
3	Quando alguém está falando, seu filho procura o som virando a cabeça na direção de quem fala?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
4	Seu filho se interessa por brinquedos que produzem som ou	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	chocalho; brinquedos de apertar
5	Seu filho procura por um falante que não está vendo?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
6	Seu filho escuta quando o rádio/ CD player ou fita estão ligados?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	escuta; olha para a fonte; fica atento; dá risada ou canta/conversa junto com a música
7	Seu filho responde para sons distantes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Quando é chamado de uma outra sala
8	Seu filho reconhece rituais acústicas	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Você tenta acalmar a criança com uma voz ou música suave, sem contato visual
9	Seu filho responde com surpresa (alarme) quando ouve uma voz irritada?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Fica triste e começa a chorar
10	O seu filho reconhece rituais acústicos ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Caixa de música perto da cama; canção de ninar; água corrente na banheira
11	Seu filho procura por sons que estão a sua esquerda, direita ou atrás ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Você chama ou diz alguma coisa ; latido do cachorro, etc e a criança olha e localiza a fonte sonora
12	Seu filho reage ao próprio nome?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
13	Seu filho procura por sons localizados acima ou abaixo dele?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Um relógio na parede, ou alguma coisa que caiu no chão
14	Quando seu filho esta triste ou mal humorado, ele pode ser acalmado ou mudar de comportamento na presença de música?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
15	Seu filho escuta o telefone e parece reconhecer que alguém esta falando?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Quando a vovó ou papai liga. A criança pega o telefone e "escuta"...
16	Seu filho responde para a música com movimentos rítmicos ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	A criança movimenta braços e pernas ao som da música
17	Seu filho sabe que um certo som é relacionado a um determinado objeto ou evento?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	A criança ouve o som do avião e olha para o céu; ou escuta o barulho do carro e olha para a rua
18	Seu filho responde apropriadamente	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Pare! Não pode! "Éca"?

	para comentários simples e curtos?		
19	Seu filho responde para o "Não" parando consistentemente sua atividade?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Quando fala "Não" fortemente , mesmo que a criança não veja você! É efetivo.
20	Seu filho reconhece nomes dos membros de sua família?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Onde está o papai, mamãe, Marcos...
21	Seu filho imita sons quando é solicitado ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	"aaa", "ooo""iii"
22	Seu filho segue comandos simples?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Venha cá! Tire os sapatos!
23	Seu filho compreende questões simples?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Cadê a barriga? Cadê o papai?
24	Seu filho vai buscar itens quando é solicitado?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Traga-me a bola, etc
25	Seu filho vai buscar itens quando é solicitado?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Diga: auau .Diga: carro
26	Seu filho faz o som correto para determinados brinquedos?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	BRUMM para o carro, muuu para a vaca.
27	Seu filho sabe que certos sons correspondem a determinados animais ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	auau para o cachorro, miau para o gato, cocorocó para o galo
28	Seu filho tenta imitar sons do ambiente?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	sons de animais, sons de equipamentos domésticos, sirene do carro de polícia
29	Seu filho repete corretamente uma sequência de sílabas curtas e longas que você fala?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	La, la , laaa
30	Seu filho seleciona o objeto correto de uma quantidade de objetos quando é solicitado ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Vocês estão brincando com brinquedos de animais e pergunta sobre o "cavalo". Vocês estão brincando com bolas coloridas e pergunta sobre a "bola vermelha".
31	Seu filho tenta cantar junto quando ouve uma música?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Músicas infantis ou parlendas (1, 2 feijão com arroz...)
32	Seu filho repete determinadas palavras quando é solicitado?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Diga: "Oi" para vovó
33	Seu filho gosta de ouvir histórias?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	De um livro infantil , ou livro de figuras
34	Seu filho segue comandos complexos ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Tire seu sapato e venha cá!
35	Seu filho tenta cantar quando ouve músicas familiares?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Canção de ninar

Pontuação Total: Todas as respostas assinaladas SIM.

Anexo 5

Critério de Classificação Econômica Brasil

O Critério de Classificação Econômica Brasil, enfatiza sua função de estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, abandonando a pretensão de classificar a população em termos de “classes sociais”. A divisão de mercado definida abaixo é, exclusivamente de classes econômicas³⁴.

SISTEMA DE PONTOS**Posse de itens**

	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada Mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Grau de Instrução do chefe de família

Analfabeto / Fundamental 1 incompleto	0
Fundamental 1 completo / Fundamental 2 incompleto	1
Fundamental 2 completo / Médio incompleto	2
Médio completo / Superior incompleto	4
Superior completo	8

CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

Classe	Pontos	Renda média familiar (2010)	Distribuição população Grande São Paulo (%)
A1	42 -46	12.926	0,4
A2	35-41	8.418	4,3
B1	29-34	4.418	10,6
B2	23-28	2.565	24,1
C1	18-22	1.541	27,9
C2	14-17	1.024	20,3
D	8-13	714	11,8
E	0-7	477	0,6

³⁴ ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – 2012 – www.abep.org – abep@abep.org. Dados com base no Levantamento Sócio Econômico – 2010 – IBOPE

Anexo 6

Critérios de classificação da perda auditiva por grau - WHO (2007)

Grau	Média dos limiares*
Normal	0 a 25 dB
Leve	26 a 40 dB
Moderado	41 -60 dB
Severo	61-80 dB
Profundo	≥ 81 dB

* média dos limiares nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz

Disponível em:

http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/

Anexo 7

Classificação da perda auditiva de acordo com a configuração audiométrica, segundo Silman e Silverman (1997)

Configuração audiométrica	Características
Configuração ascendente	Melhora igual ou maior do que 5 dB por oitava em direção às frequências altas
Configuração horizontal	Limiões alternando melhora ou piora de 5dB por oitava em todas as frequências.
Configuração descendente leve	Piora entre 5 a 10dB por oitava em direção às frequências altas
Configuração descendente acentuada	Piora entre 15 a 20dB por oitava em direção às frequências altas
Configuração desce em rampa	Curva horizontal ou descendente leve com piora ≥ 25 dB por oitava em direção às frequências altas
Configuração em "U"	Limiões das frequências extremas melhores do que as frequências médias com diferença ≥ 20 dB
Configuração em "U" invertido	Limiões das frequências extremas piores do que as frequências médias com diferença ≥ 20 dB
Configuração em entalhe	Curva horizontal com descendência acentuada em uma frequência isolada, com recuperação na frequência imediatamente subsequente.

Disponível em:

www.fonoaudiologia.org.br/publicacoes/eplaudioaudio.pdf

Anexo 8

Tabela 28 - Estatísticas descritivas para o limiar auditivo nas frequências 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz por grupo formado na análise de agrupamentos

Frequência (Hz)	Grupo	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
250	Gr1	11	102,3	3,4	95	105	105
	Gr2	22	87,0	5,0	80	85	95
	Gr3	7	53,6	4,8	50	50	60
	Gr4	24	72,3	10,9	50	75	90
	Gr5	14	45,4	8,2	30	45	60
	Total	78	74,2	20,2	30	80	105
500	Gr1	11	106,4	5,0	95	110	110
	Gr2	22	92,5	5,7	85	92,5	105
	Gr3	7	76,4	6,3	70	75	85
	Gr4	24	77,9	8,6	60	80	90
	Gr5	14	46,8	9,3	30	45	60
	Total	78	80,3	20,0	30	85	110
1000	Gr1	11	112,7	4,7	105	110	120
	Gr2	22	103,9	6,0	90	105	115
	Gr3	7	94,3	10,6	80	95	105
	Gr4	24	81,3	9,2	70	80	100
	Gr5	14	50,0	11,9	30	50	70
	Total	78	87,6	22,6	30	95	120
2000	Gr1	11	115,5	4,2	110	115	120
	Gr2	22	107,5	6,3	95	110	120
	Gr3	7	103,6	9,0	95	105	115
	Gr4	24	81,0	6,8	70	80	90
	Gr5	14	57,1	13,5	30	52,5	85
	Total	78	91,1	21,9	30	95	120
4000	Gr1	11	115,9	4,4	110	115	120
	Gr2	22	110,7	6,4	100	110	120
	Gr3	7	108,6	8,5	95	105	120
	Gr4	24	82,5	9,2	65	85	95
	Gr5	14	59,6	17,6	40	55	95
	Total	78	93,4	22,8	40	97,5	120

No Gr1 foram observados os maiores limiares médios e medianos em todas as frequências, enquanto que no Gr5 ocorreram os menores valores dessas estatísticas. No Gr2 as médias e medianas são menores que no Gr1 porém maiores que nos demais grupos. No Gr4 as médias e medianas são menores que nos Gr1 e Gr2. O Gr3 apresentou médias e medianas menores que o Gr4 nas frequências 250 e 500 Hz, porém nas frequências de 1000 a 4000 Hz, as médias e medianas são maiores que no Gr4.

Anexo 9

Comparação dos valores SII amplificado pela regra DSLm[i/o]v5 com AASI com algoritmo de compressão de frequência ativado e desativado dos casos estudados.

Os estudos realizados por Figueiredo e Novaes (2013)³⁵ com o objetivo de analisar valores de SII com grau e configuração das perdas auditivas e avaliar a adequação da amplificação a partir dos valores de SII, não consideraram o algoritmo de compressão de frequências nas análises, pois não são todos os modelos e marcas de aparelhos de amplificação que disponibilizam essa tecnologia.

Dos oito casos estudados, sete apresentaram essa tecnologia no aparelho de amplificação sonora, como o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento auditivo, fez-se necessário analisar as diferenças entre os valores de SII com compressão de frequência ativada e desativada para verificar se há mudança dos valores de SII a ponto de alterar os intervalos estipulados por Figueiredo e Novaes (2013), pois a avaliação sistemática do comportamento auditivo foi realizada com os aparelhos de amplificação ajustados como as crianças usam na vida real.

A Tabela 29 apresenta os dados referentes a compressão de frequência dos casos estudados, observa-se que o único caso que não disponibilizava essa tecnologia nos aparelhos é o caso Fn. Pode-se observar ainda os valores de SII 65 com a compressão de frequência ativada e desativada e a diferença entre os valores de SII nestas duas situações de verificação.

³⁵ Capítulos 4 e 5

Tabela 29 – Valores de SII amplificados sem e com a compressão de frequências ativado e s diferenças entre as duas situações de teste

Casos	CF (Hz)	CF- desativado			CF - ativado			Diferença		
		SII (%)			SII (%)			SII (%)		
		55	65	75	55	65	75	55	65	75
Eb	3,9	69	80	82	67	79	81	-2	-1	-1
Fn*	-	62	74	79	-	-	-	-	-	-
Go	3,7	39	53	63	37	51	60	-2	-2	-3
Ar	3,2	38	53	63	36	50	60	-2	-3	-3
Ms	2,8	38	49	57	37	46	52	-1	-3	-5
Pp	3,2	38	53	63	35	49	58	-3	-4	-5
Bh	1,7	16	19	21	16	20	21	0	1	0
Mf	1,5	9	14	16	9	15	18	0	1	2

*tecnologia de compressão de frequência não disponível.

As estatísticas descritivas para as diferenças entre os valores de SII amplificado obtidos com e sem a compressão de frequência (CF) estão na Tabela 30.

Tabela 30 - Estatísticas descritivas para as diferenças dos valores de SII amplificado com e sem a compressão de frequência (n=7)

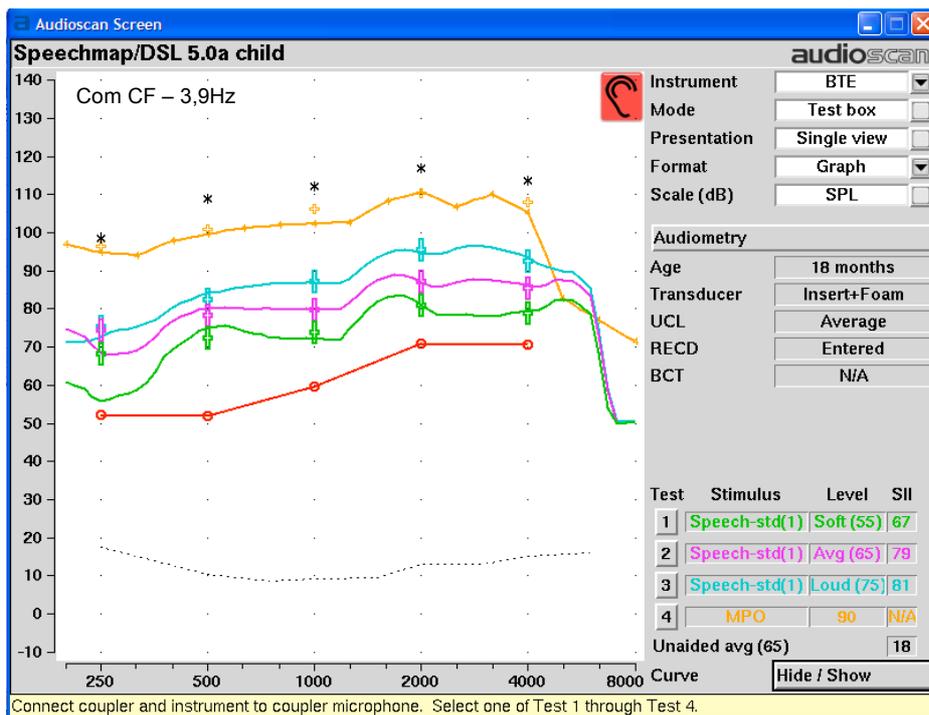
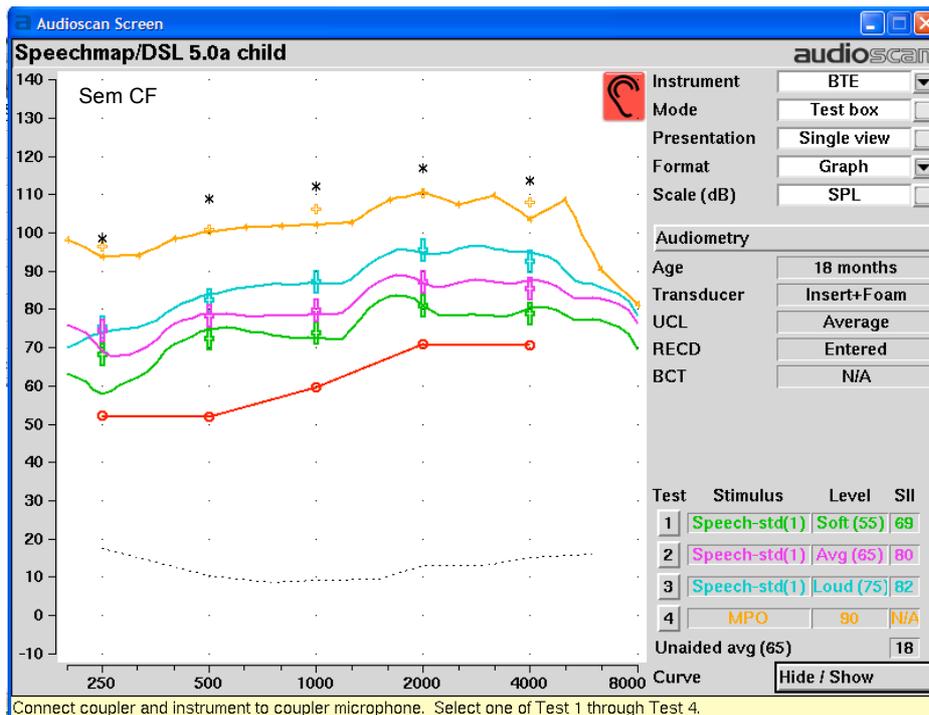
SII	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
55	-1,4	1,1	-3	-2	0
65	-1,6	2,0	-4	-2	1
75	-2,1	2,6	-5	-3	2

Os dados mostram que há pouca variação nos valores de SII com a compressão de frequência ativada ou desativada. As diferenças não indicam mudança de intervalo entre os valores de SII, portanto as curvas de referência para avaliação das adequação da amplificação sugeridas por Figueiredo e Novaes (2013) podem ser usadas também quando os aparelhos de amplificação disponibilizam esta tecnologia. É necessário como referido por Glista e Scollie (2009) e Glista et al. (2010), que a razão de compressão de frequência sugerida pelo *software* de programação dos aparelhos de amplificação seja verificada de acordo com o campo dinâmico disponível na faixa de frequências de cada grau de perda auditiva.

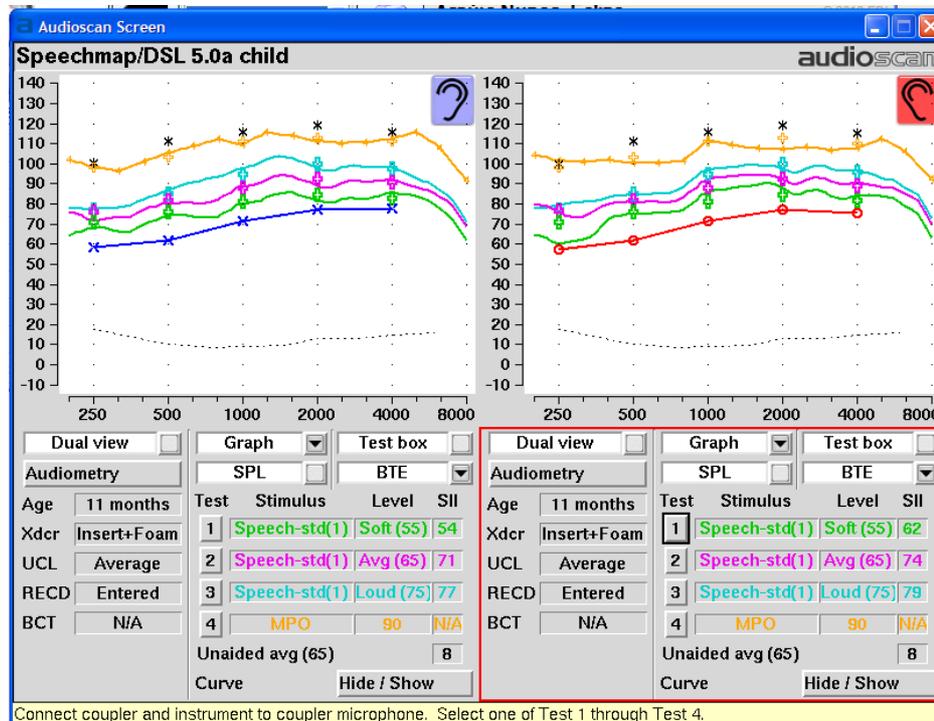
Anexo 10

Curvas de resposta dos AASI da melhor orelha, com e sem compressão de frequências, dos oito casos estudados

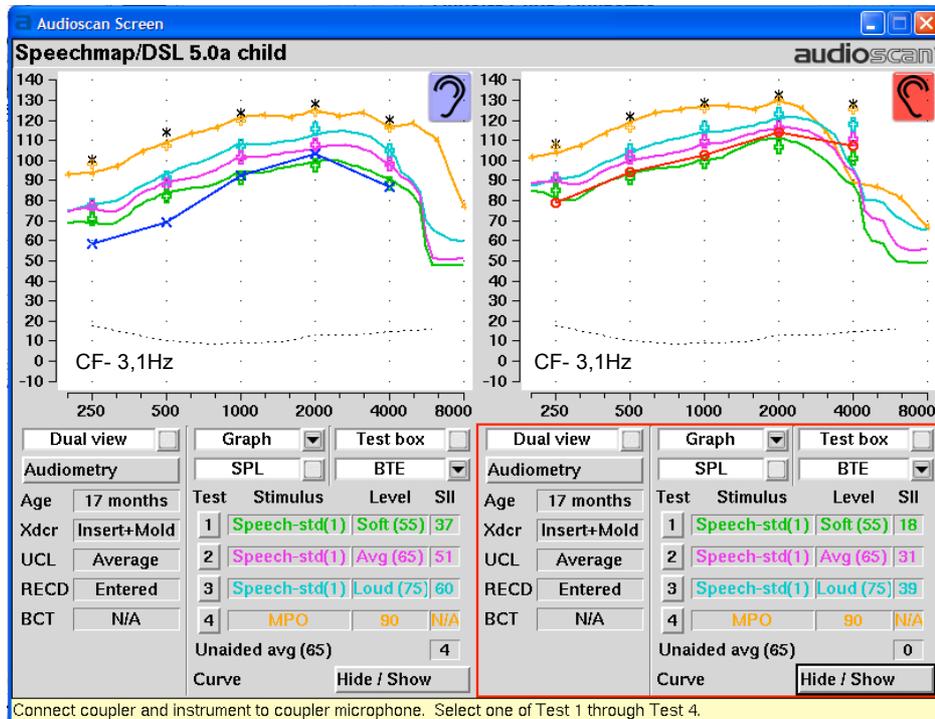
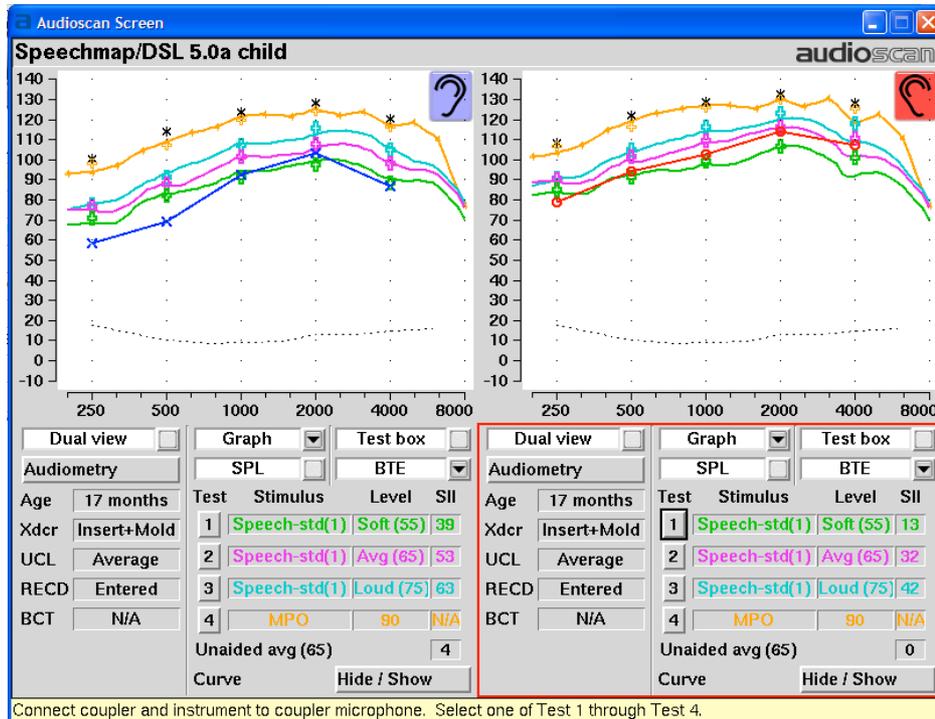
Caso Eb



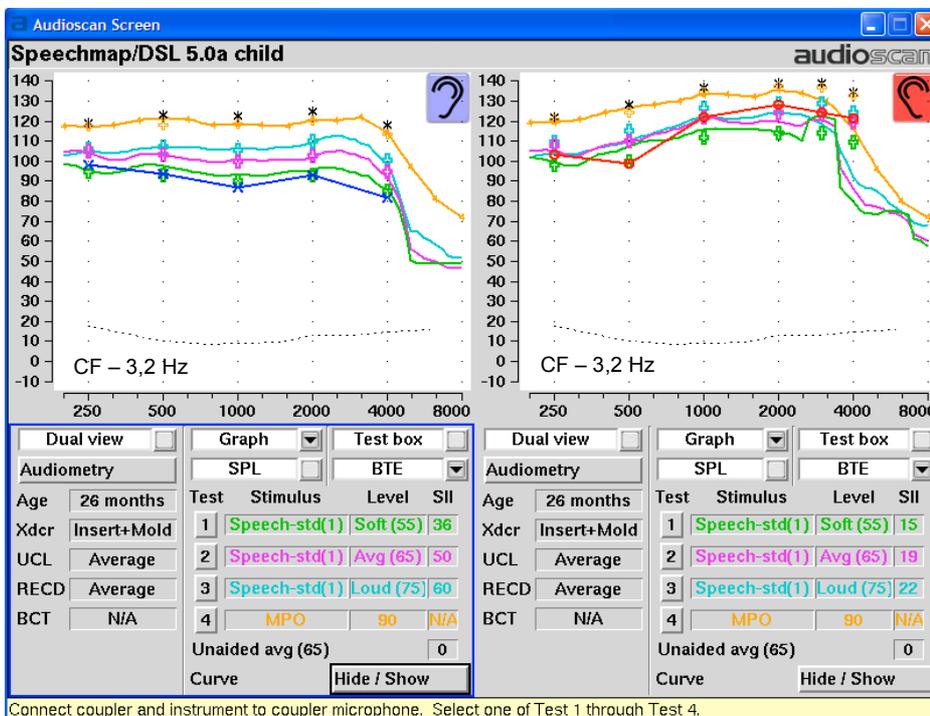
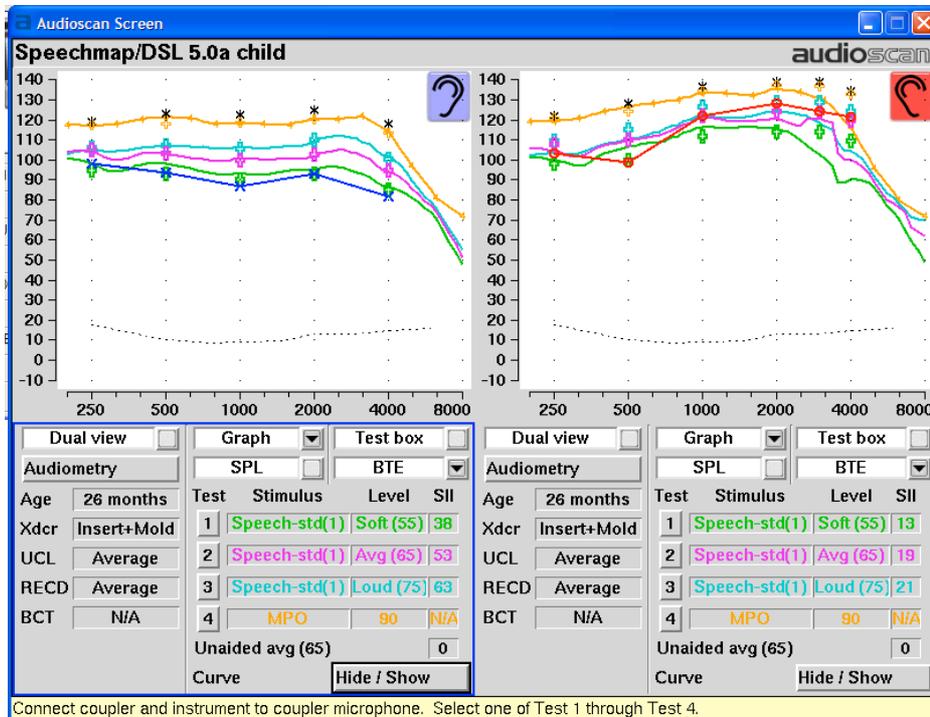
Caso Fn (AASI sem recurso de compressão de frequências)



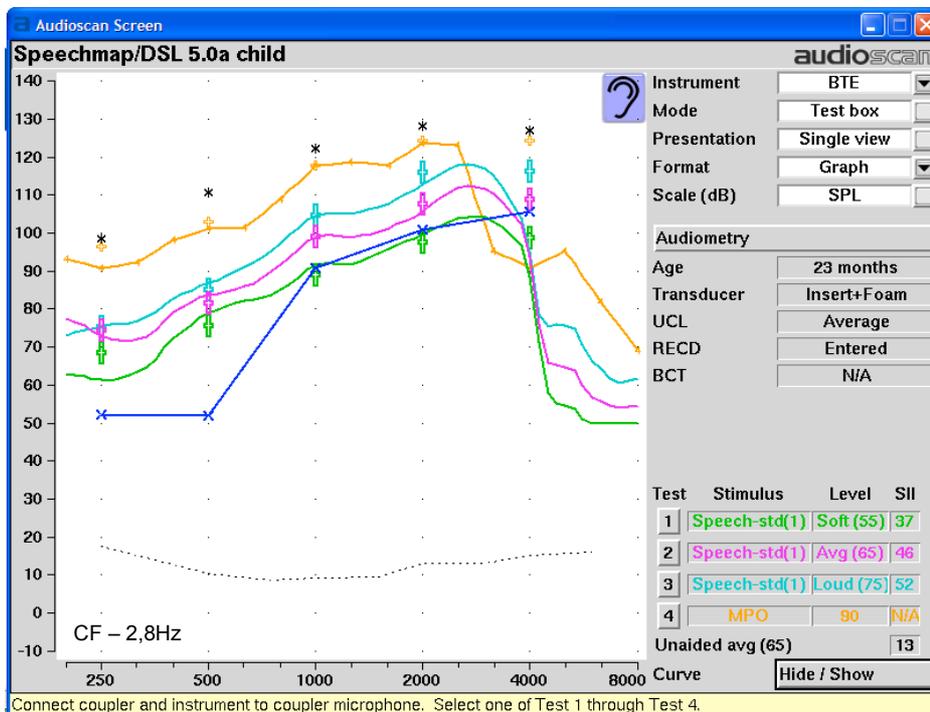
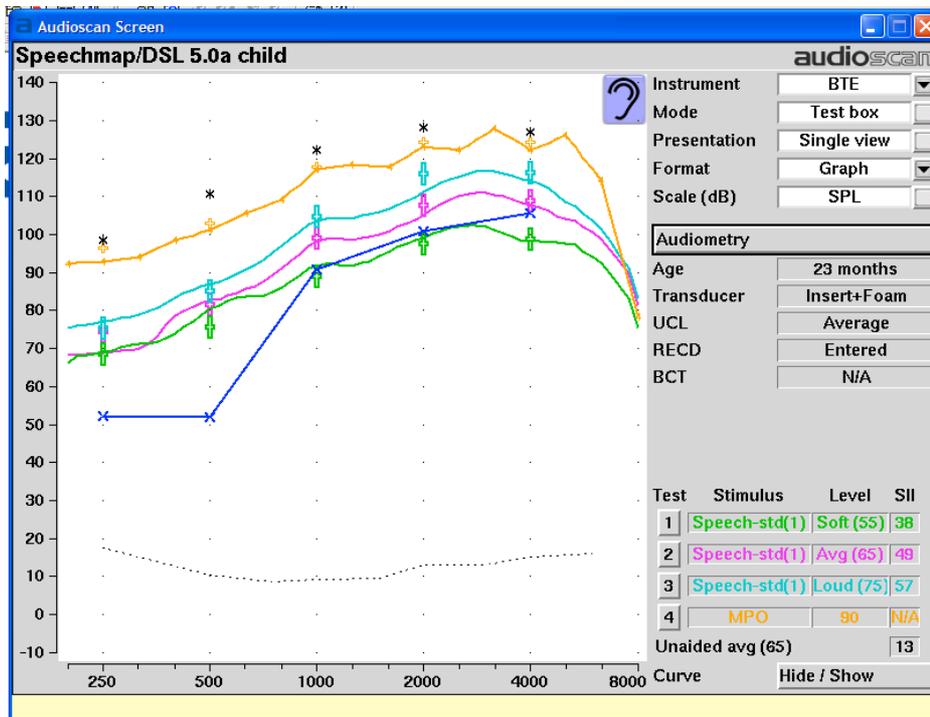
Caso Go



Caso Ar

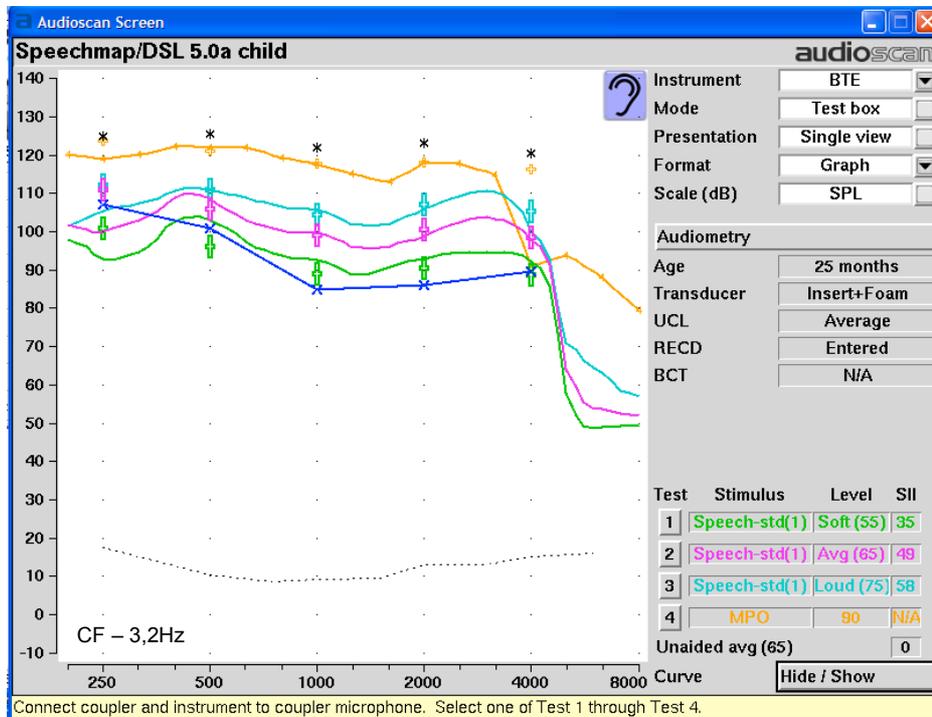
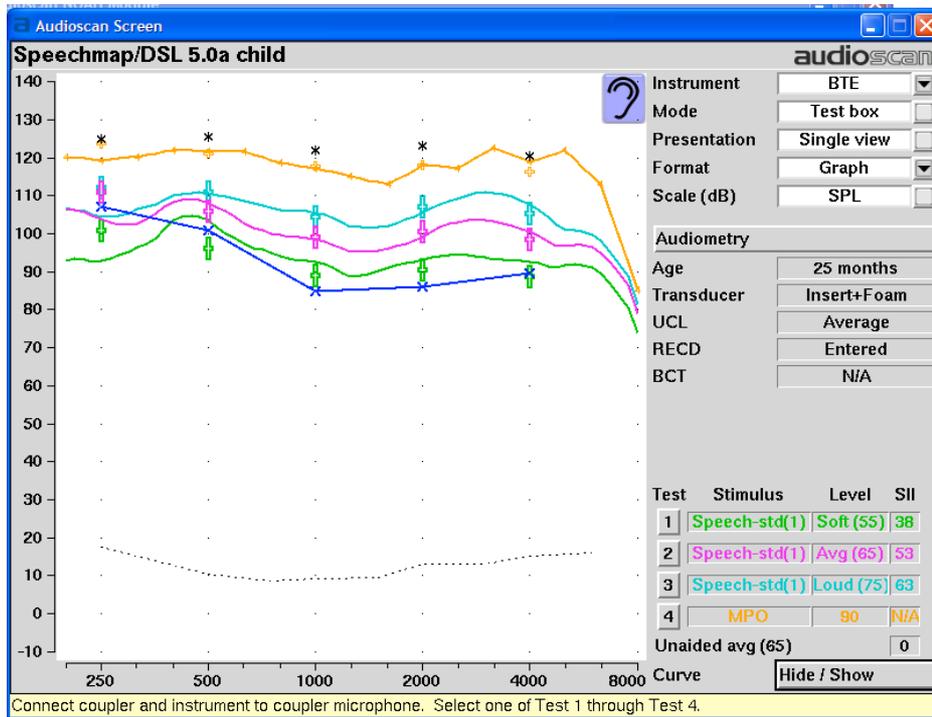


Caso Ms

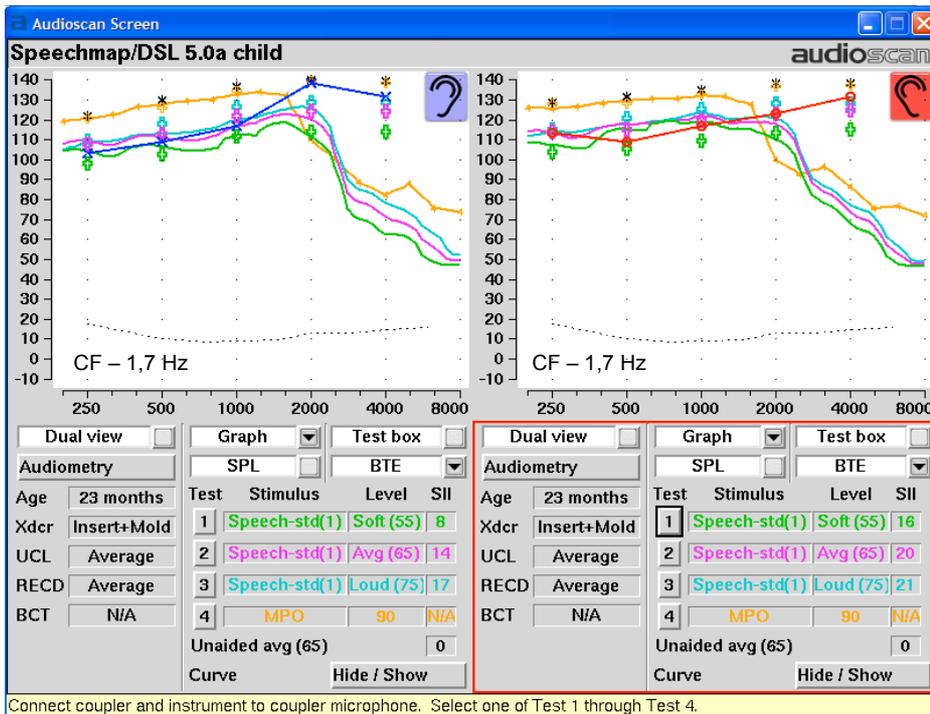
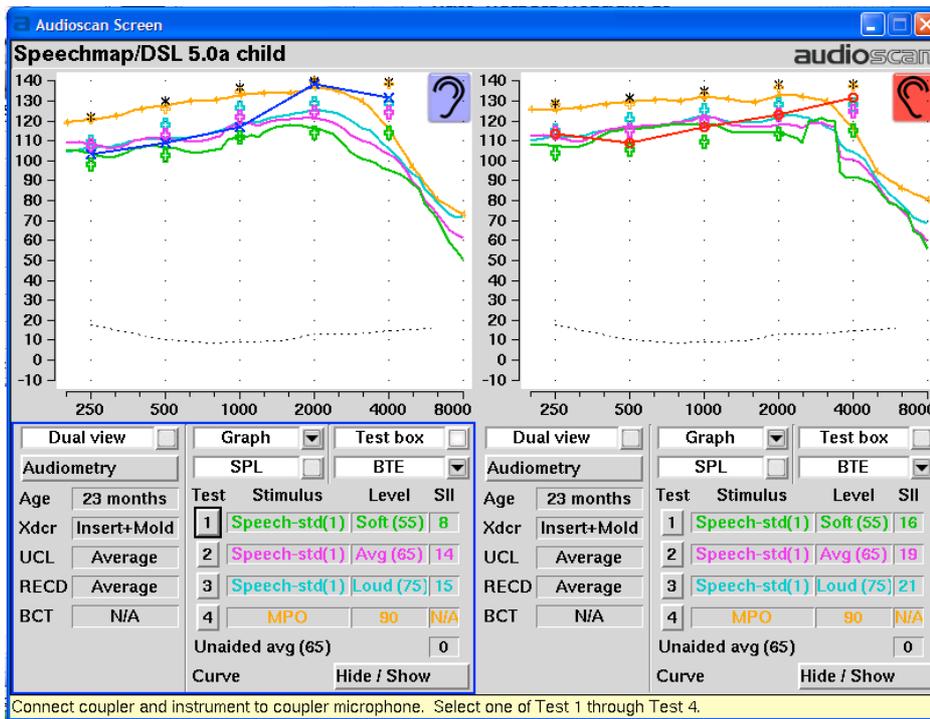


Connect coupler and instrument to coupler microphone. Select one of Test 1 through Test 4.

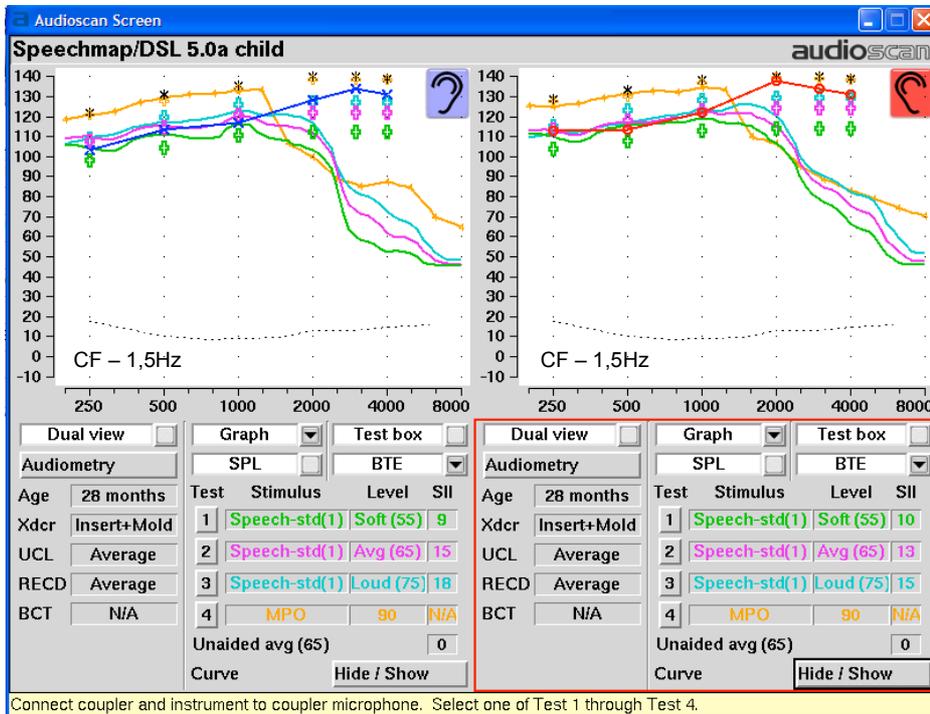
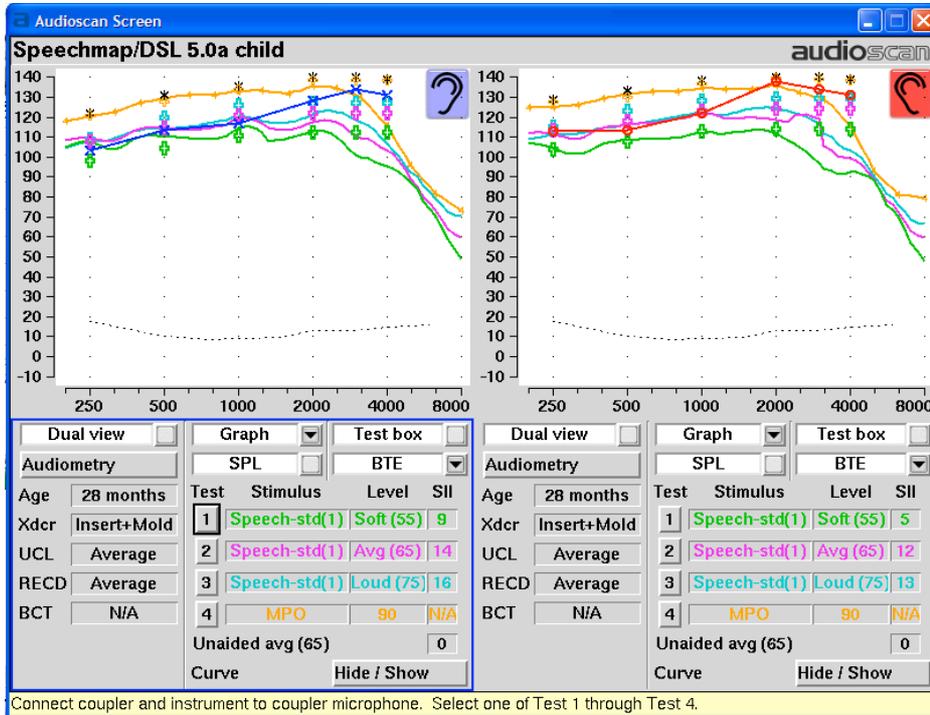
Caso Pp



Caso Bh



Caso Mf



10. Referências Bibliográficas

AAA. *Audiologic Guidelines for the Assessment of Hearing in Infants and Young Children*; 2012. Disponível em: http://www.audiology.org/resources/documentlibrary/Documents/201208_AudGuideAssessHear_youth.pdf

Akhtar N, Jipson J, Callanan, MA. Learning words through overhearing. *Child development*. 2001;72(2): 416–30.

Almeida K. Verificação do desempenho e controle das características da amplificação sonora. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. *Tratado de Audiologia*. Santos: Santos Editora; 2011. 379–87.

Amos NE, Humes LE. Contribution of High Frequencies to Speech Recognition in Quiet and Noise in Listeners With Varying Degrees of High-Frequency Sensorineural Hearing Loss. *Journal of speech, language, and hearing research*. 2007; 50: 819–34.

Anderson, K. ELF – Early Listening Function User ' s Manual. 2007

ANSI- American National Standards Institute. *Methods for calculation of the Articulation Index, ANSI S3.5-1969*. New York: Acoustical Society of America, 1969.

ANSI. *Methods for Calculation of Speech Intelligibility Index, ANSI S3.5-1997*. New York: Acoustical Society of America. 2012.

Audioscan. Verifit®User's Guide Version 3.6. Outubro, 2010.

American Academic of Audiology. *Pediatric amplification protocol*. 2003. Disponível em: <http://www.audiology.org/resources/documentlibrary/Documents/pedamp.pdf>

Bagatto M, Moodie S, Scollie S, Seewald R, Pumford J, Liu KPR. Clinical protocols for hearing instrument fitting in the Desired Sensation Level method. *Trends in amplification*. 2005; 9(4): 199–226.

Bagatto M, Moodie S.. Learning the Art to Apply the Science: Common Questions Related to Pediatric Hearing Instrument Fitting. *Audiology online*. 2007. Disponível em: <http://www.audiologyonline.com/articles/learning-art-to-apply-science-933>

Bagatto M, Moodie S, Malandrino AC, Richert FM, Clench D, Scollie S.. The University of Western Ontario Pediatric Audiological Monitoring Protocol (UWO PedAMP). *Trends in amplification*. 2011; 15(1): 57–76.

Bagatto M, Moodie S, Scollie S. Beyond Matching Targets : An Approach to Outcome Evaluation in Pediatric Hearing Aid Fitting. In: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2010. 229–44.

Bagatto M, Moodie S, Seewald R, Bartlett DJ, Scollie S.. A critical review of audiological outcome measures for infants and children. *Trends in amplification*. 2011; 15(1): 23–33.

Bagatto M, Scollie S. Current Approaches to the fitting of amplification to infants and young children. In: Seewald R, Tharpe AM (Eds.). *Comprehensive Handbook of pediatric Audiology*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc; 2011. 527–52.

Bagatto M, Scollie S, Hyde M, Seewald R.. Protocol for the provision of amplification within the Ontario infant hearing program. *International journal of audiology*. 2010; 49 (Suppl 1): S70–9.

Balbani APS, Montovani JC. Impacto das otites médias na aquisição da linguagem em crianças. *Jornal de Pediatria*. 2003; 79(5): 391–96.

Bamford J. Conference Endnote Address: Reflections on Quality. In: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2010. 317–20.

Bass-Ringdahl SM. The relationship of audibility and the development of canonical babbling in young children with hearing impairment. *Journal of deaf studies and deaf education*. 2010;15(3): 287–310.

Beauchaine KL.. An Amplification Protocol for Infants. In: Seewald R, Gravel J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2001. 105–12.

Beauchaine KL. Selection and evaluation of amplification for infants. *The Hearing Journal*. 2002; 55(11): 43–51.

Boons T, Brokx JPL, Dhooge I, Frijns JHM, Peeraer L, Vermeulen A, Wouters J, et al.. Predictors of Spoken Language Development Following Pediatric Cochlear Implantation. *Ear and hearing*. 2012;33(5); 617–39.

Boothroyd A. Room acoustics and speech perception. *Seminars In Hearing*. 2004; 25(2): 155–66.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria n° 2073/GM, de 28 de setembro de 2004. Instituiu a Política Nacional de Saúde Auditiva. Disponível em <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-2073.htm>.

Camargo, N. *Relações entre medidas de capacidade auditiva e desempenho em tarefas de percepção da fala em crianças com deficiência auditiva* [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2013.

Campos CAH, Russo, ICP, Almeida K. Indicação, Seleção e Adaptação de próteses auditivas: princípios gerais. In: Almeida K, Iorio MCM (Eds.). *Próteses Auditivas: Fundamentos teóricos e Aplicações clínicas*. 2ª edição. São Paulo: Lovise; 2003. 35–54

Campos FMA. *Amplificação sonora em bebês: mensuração da diferença individual entre a orelha e o acoplador de 2cc (RECD)*. [Dissertação de mestrado]. São paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2006.

Castiquini EAT, Bevilacqua MC. Escala de integração auditiva significativa: procedimento adaptado para a avaliação da percepção da fala. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2000; 4(6): 51-60

Ching TYC. Effective amplification for hearing-impaired children. *The Hearing Journal* 2002; 55(4): 10–8.

Ching TYC. The Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: A brief overview of interim findings. *National Acoustic Laboratories: R & D Report 2010.* 2011; 40–2. Disponível em: <http://outcomes.nal.gov.au/papers.html>

Ching TYC, Dillon H, Day J, Crowe K.. The NAL Longitudinal Study on Outcomes of Hearing-Impaired Children: Interim Findings on Language of Early and Later-Identified Children at Six Months after Hearing Aid Fitting. In: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification.* Chicago: Phonak AG; 2007. 185–200.

Ching TYC, Dillon H, Katsch R, Byrne D. Maximizing effective audibility in hearing aid fitting. *Ear and Hearing.* 2001; 22(3): 212–24.

Ching, TYC, Hill M. The Parents' Evaluation of Aural/Oral Performance of Children (PEACH) scale: normative data. *J Am Acad Audiol.* 2007;18(3): 220–35.

Ching TYC, Crowe K, Martin V, Day J, Mahler N, Youn S, Street L, et al. Language development and everyday functioning of children with hearing loss assessed at 3 years of age. *International Journal of Speech-Language Pathology.* 2010; 12(2): 124–31.

Ching TYC, Dillon H, Byrne D. Speech recognition of hearing-impaired listeners: Predictions from audibility and the limited role of high-frequency amplification. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1998;103(2): 1128–140.

Cole EB, Flexer C. *Children with hearing loss: developing listening and talking - Birth to six.* San Diego: Plural Publishing Inc; 2007.

Coninx F, Weichbold V, Tsiakpini L, Autrique E, Bescond G, Tamas L, Compagnol A, et al. Validation of the LittlEARS((R)) Auditory Questionnaire in children with normal hearing. *International journal of pediatric otorhinolaryngology.* 2009; 73(12), 1761–8.

Cornelisse LE, Seewald R, Jamieson DG. The input/output formula: A theoretical approach to the fitting of personal amplification devices. *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1995; 97(3): 1854-1865.

Davidson LS, Skinner MW.. Audibility and speech perception of children using wide dynamic range compression hearing AIDS. *American journal of audiology.* 2006; 15(2): 141–53.

Diefendorf AO. Behavioral Hearing Assessment: Considerations for the young child with developmental disabilities. *Seminars In Hearing.* 2003; 24(3): 189–200.

Dillon H, Ching T, Golding M. Hearing Aids for infants and children. In: Madell JR, Flexer C (Eds.). *Pediatric Audiology: Diagnosis, Technology, and Management*. New York: Thieme; 2008. p.168–82.

Ertmer DJ. Relationships Between Speech Intelligibility and Word Articulation Scores in Children With Hearing Loss. *Journal of speech, language, and hearing research*. 2010; 53: 1075–87.

Figueiredo RSL, Novaes B. Rumo às primeiras palavras: o enquadre na terapia fonoaudiológica do bebê com deficiência auditiva. *Revista CEFAC*. 2012;14(6): 1072–89.

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

Fitzpatrick EM, Crawford L, Ni A, Durieux-Smith A. A descriptive analysis of language and speech skills in 4- to 5-yr-old children with hearing loss. *Ear and hearing*. 2011; 32(5): 605–16.

Fletcher H, Galt RH. The Perception of Speech and Its Relation to Telephony. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1950; 22(2): 89-151.

Fletcher RH, Fletcher SW. *Epidemiologia Clínica: Elementos Essenciais*. Porto Alegre: Artmed; 2006.

Flexer C. The power of hearing. 1998. Disponível em: <http://www.hearinghouse.co.nz/pdf/HearingThePowerOfHearing.pdf>

Flexer C. Technology and listening. In: Robertson L. (Ed.). *Literacy and Deafness: listening and spoken language*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc.; 2009. pp. 43–63.

Flexer C, Madell JR. Why is hearing importante in children? In: Madell JR, Flexer C. (Eds.). *Pediatric Audiology: Diagnosis, Technology, and Management*. New York: Thieme; 2008. pp. xix-xxii.

French NR, Steinberg JC. Factors Governing the Intelligibility of Speech Sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1947; 19(1): 90-119.

Glista D, Scollie S.. Modified Verification Approaches for Frequency Lowering Devices. *Audiology online*. 2009. Disponível em: <http://www.audiologyonline.com/articles/modified-verification-approaches-for-frequency-871>

Glista D, Scollie S, Bagatto M, Seewald R, Parsa V, Johnson A. Evaluation of nonlinear frequency compression: clinical outcomes. *International journal of audiology*. 2009; 48(9): 632–44.

Glista D, Scollie S, Sulkers J.. Nonlinear Frequency Compression Hearing Aids: Do Children Need an Acclimatization Time? A Case Study on the Acclimatization. n: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2010.pp. 205–10.

Gustafson SJ, Pittman AL. Sentence perception in listening conditions having similar speech intelligibility indices. *International journal of audiology*. 2011;50(1); 34–40.

- Haggard RS, Michael AP. Parental Perceptions of Hearing Loss Classification in Children. *American Journal of Audiology*. 1999; 8(2): 83–92.
- Harris E, Boyd J. *Statistical Bases of reference values in laboratory medicine*. New York: Marcel Dekker; 1995.
- Hawkins DB, Cook JA. Hearing aid software predictive gain values : How accurate are they ? *The Hearing Journal*. 2003;56(7): 26–34.
- Hogan CA, Turner CW. High-frequency audibility: benefits for hearing-impaired listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1998; 104(1): 432–41.
- Hornsby BWY. The Speech Intelligibility Index : What is it and what ' s it good for ? *The Hearing Journal*. 2004; 57(10): 10–7.
- Humes LE. Understanding the speech-understanding problems of the hearing impaired. *Journal of the American Academy of Audiology*. 1991;2(2): 59–69.
- Humes LE. Verification and Validation: The Chasm between Protocol and Practice. *The Hearing Journal*. 2012; 65(3): 8–11.
- Johnson RA, Wichern DW. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 3^a Edição. New Jersey: Prentice-Hall, 1992.
- Júnior PR, Carvalho BTC, Tavares FS. Infecções de repetição: o que é importante para o pediatra. *Revista Paulista de Pediatria*. 2009; 27(4): 430–35.
- Kamm CA, Dirks DD, Bell TS. Speech recognition and the Articulation and hearing-impaired listeners Index for normal. *J Acoust Soc Am*. 1985; 77(Jan): 281–8.
- Kane MOL, Howard-Robinson S, Tamparong CL. Classroom strategies for early learners with cochlear implants. In: Niparko JK (Ed.). *Cochlear implants: Principles & practices*. 2^a edição. Philadelphia, PA: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS; 2009. pp. 323–34.
- Killion MC, Mueller HG. Twenty years later : A NEW Count-The-Dots method. *The Hearing Journal*. 2010; 63(1):10-17
- Knightly LM, Jun SA, Oh JS, Au TK. Production benefits of childhood overhearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2003; 114(1): 465-474.
- Kryter KD. Validation of the Articulation Index. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1962;34(11): 1698-1702.
- Kuk F, Ludvigsen C. Reconsidering the concept of the aided threshold for nonlinear hearing AIDS. *Trends in amplification*. 2003;7(3): 77–97.
- Lampl M, Johnson ML.. Infant growth in length follows prolonged sleep and increased naps. *Sleep*. 2011;34(5): 641–50.

Leibold LJ, Bonino AY, Fleenor L. The Importance of Establishing a Time Course for Typical Auditory Development. In: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2007. pp. 35–42.

Levy CCA, Rosemberg S. Crianças com encefalopatia crônica não evolutiva: avaliação audiológica e próteses auditivas. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2009; 21(3): 237–42.

Ling D. *Speech and the hearing impaired child*. 2ª edição. Washington, Dc: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing; 2002.

Ling D.. The Six-Sound Test. In: Estabrooks W. (Ed.). *Auditory-verbal therapy and practice*. Washington, Dc: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing; 2006. pp. 307–9.

Ludvigsen C. Prediction of speech intelligibility for normal-hearing and cochlearly hearing-impaired listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1987;82(4): 1162-1171.

Martinelli-Iório MC, Menegotto I. Seleção e adaptação de próteses auditivas em crianças. In: Fernandes F, Mendes B, Navas A. (Eds.). *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2009. pp. 169–80.

Martin RL, Asp CW. Measuring Conversational Distance. *The Hearing Journal*. 2012; 65(8): 8–9.

Martinez EZ, Louzada-Neto F, Pereira BB. A curva ROC para testes diagnósticos. *Cadernos Saúde Coletiva*. 2003; 11(1): 7–31.

Martinez MAN. Avaliação audiológica infantil. In: Fernandes F, Mendes B, Navas A. (Eds.). *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2009. pp. 118–24.

May-Mederake B, Kuehn H, Vogel A, Keilmann A, Bohnert A, Mueller S, Witt, G, et al. Evaluation of auditory development in infants and toddlers who received cochlear implants under the age of 24 months with the LittlEARS) Auditory Questionnaire. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2010; 74(10): 1149–55.

McCreery RW. *Audibility as a Predictor of Speech Recognition and Listening Effort*. [Tese de doutorado]. CEHS. University of Nebraska - Lincoln. 2011.

McCreery RW. The Effects of Frequency-Lowering on Speech Understanding in Children Establishing audibility through verification is an important first step for benefit with FastLinks. *The Hearing Journal*. 2012; 65(7): 14–15.

Minnesota Department of Health [online]. Minnesota Early Hearing Detection and Intervention (EHDI) Program. Recommended protocol for pediatric amplification. 2005. Disponível em: <<http://www.health.state.mn.us/dirs/fh/mch/unhs/resources/amplification.html>>

Mendes BCA, Barzaghi L. Percepção e Produção da fala e deficiência auditiva. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. (Eds.). *Tratado de Audiologia*. Santos: Santos Editora; 2011. pp. 653–70.

Moeller MP, Hoover B, Peterson B, Stelmachowicz P. Consistency of hearing aid use in infants with early-identified hearing loss. *American journal of audiology*. 2009;18(1): 14–23.

Moodie S, Scollie S, Seewald R, Bagatto M, Beaulac S.. The DSL Method for Pediatric and Adult Hearing Instrument Fitting: Version 5. Phonak AG; 2007. Disponível em: http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C_M_tools/Library/focus/en/028_0221_02_focus_37.pdf

Mortensen ACK. (2012). O Efeito vulcânico: por que sono inadequado durante o dia (falta de sonecas ou sonecas curtas) resulta em extrema irritação e luta contra o sono? *Guia do bebê*. 2012 [citado 6 fevereiro 2013] Disponível em: <http://www.guiadobebe.com.br/o-efeito-vulcanico-por-que-sono-inadequado-durante-o-dia-falta-de-sonecas-ou-sonecas-curtas-resulta-em-extrema-irritacao-e-luta-contra-o-sono>

Mueller HG, Bentler RA, Wu Y. Prescribing maximum hearing aid output: Differences among manufacturers found. *The Hearing Journal*. 2008; 61(3): 30–6.

Mueller HG, Hall JW. *Audiologists' desk Reference Volume II: Audiologic Management, Rehabilitation and Terminology* San Diego: Singular Publishing Group; 1998. p. 1005.

Mueller HG, Killion MC. An easy method for calculating the articulation index. *The Hearing Journal*. 1990; 43(9): 1–4.

Munro KJ. Update on RECD Measures in Children. I In: Seewald R, Bamford J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2004. pp. 71–89.

Neter J, Kuther M, Nachtsheim C, Li W. *Applied Linear Statistical Models*. 5ª edição. Chicago: Irwin; 2005.

Nittrouer S. Outcomes for Children With HL : Effects of Age of ID , Sign Support , and Auditory Prosthesis. *Perspectives on Hearing and Hearing Disorders in childhood*. 2008; 18(2): 74–82.

Northern JL, Downs MP. *Hearing in Children*. 6ª edição. Baltimore: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS; 2001.

Nott P, Cowan R, Brown PM, Wigglesworth G.. Early language development in children with profound hearing loss fitted with a device at a young age: part I-the time period taken to acquire first words and first word combinations. *Ear and hearing*. 2009a; 30(5): 526–40.

Nott P, Cowan R, Brown PM, Wigglesworth G. Early language development in children with profound hearing loss fitted with a device at a young age: part II--content of the first lexicon. *Ear and hearing*. 2009b; 30(5); 541–51.

Novaes BCAC, Mendes B.. Habilidade Auditiva: intervenção em bebês e crianças pequenas. *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Roca; 2011. pp. 371–80.

Novaes B, Versolato-cavanaugh MC, Figueiredo RSL, Mendes BCA.. Fatores determinantes no desenvolvimento de habilidades comunicativas em

crianças com deficiência auditiva. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012; 24(4): 335–41.

Obrycka A, García JLP, Pankowska A, Lorens A, Skarzyński H. Production and evaluation of a Polish version of the LittleEars questionnaire for the assessment of auditory development in infants. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2009;73(7): 1035–42.

Oshima M, Lima A, Moret M, Amorim RB, Alvarenga KDF, et al.. Portuguese Early Listening Function (ELF): adaptação para a língua portuguesa. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010;15(2): 191–6.

Park SH, Goo JM, Jo CH.. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve: Practical Review for Radiologists. *Korean Journal of Radiology*. 2004; 5: 11-18.

Pavlovic CV. Use of the articulation index for assessing residual auditory function in listeners with sensorineural hearing impairment. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1984; 75(4): 1253–8.

Pavlovic CV, Studebaker G, Sherbecoe RL. An articulation index based procedure for predicting the speech recognition performance of hearing-impaired individuals. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1986; 80(1): 50-57.

Peruchi VS, Moret ALM. Parent s Evaluation of Aural/oral performance of Children (PEACH) Scale: adaptação cultural para o Português Brasileiro. 2009. Dissertação (Aperfeiçoamento/Especialização em Audiologia Clínica e Educacional) - Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo, Bauru, 2009.

Piaget J. *O nascimento da inteligência na criança*. 4ª edição. Rio de Janeiro: LTC Editora; 1987. p. 389.

Porter L. All night long: understanding the world of infant sleep. *Breastfeed Rev*. 2007;15(3): 11–5.

Punch R, Hyde M. Children with cochlear implants in Australia: educational settings, supports, and outcomes. *Journal of deaf studies and deaf education*. 2010; 15(4): 405–21.

Pupo AC. Deficiência auditiva progressiva em crianças e jovens: prevalência das hipóteses etiológicas e características audiológicas. *Disturb Comun*. 2002; 13: 219–41.

Purdy SC, Farrington DR, Moran CA, Chard LL, Hodgson SA. A parental questionnaire to evaluate children's Auditory Behavior in Everyday Life (ABEL). *American Journal of Audiology*. 2002; 11(2): 72–82.

Rezende J, Figueiredo RSL, Novaes B. Verificação de características eletroacústicas: estudo comparativo entre softwares de fabricantes de aparelhos de amplificação sonora individual. *Disturb Comun*. 2012; 24(3): 323–335.

Rissatto MR, Novaes B. Próteses auditivas em crianças: importância dos processos de verificação e validação. *Pró-Fono*. 2009; 21(2): 131–136.

Robbins AM. Rehabilitation after cochlear implantation. In: Niparko JK. (Ed.). *Cochlear implants: principles & practices*. 2ª edição. Philadelphia: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS; 2009. pp. 269-312.

Robbins AM, Koch DB, Osberger MJ, Zimmerman-Phillips S, Kishon-Rabin L. Effect of age at cochlear implantation on auditory skill development in infants and toddlers. *Archives of otolaryngology head & neck surgery*. 2004; 130(5): 570–4.

Roberts JE, Rosenfeld RM, Zeisel S. Otitis media and speech and language: a meta-analysis of prospective studies. *Pediatrics*. 2004; 113(3 Pt 1): e238–48.

Saffran JR, Werker JF, Werner LA. Handbook of Child Psychology. In: Damon W, Lerner RM. (Eds.). *The Infant's Auditory World: Hearing, Speech, and the Beginnings of Language*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc; 2007. pp. 58–108.

Sandlin RE. Processamento Digital de sinal nas próteses auditivas. In: Almeida K, Lório MCM (Eds.). *Prótese auditivas: Fundamentos teóricos e aplicações clínicas*. 2ª edição. São Paulo: Lovise; 2003. pp. 151–87.

Schaub A. *Digital hearing aids*. New York: Thieme; 2008. p. 188.

Scollie S. With SII predictions of aided speech recognition. *The Hearing Journal*. 2004;57(9):14-16.

Scollie S. Fitting Hearing Aids to Babies : Three Things You Should Know. *Audiology online*. 2006. Disponível em: http://www.audiologyonline.com/articles/pf_article_detail.asp?article_id=1545

Scollie S. DSL version v5.0: Description and Early Results in Children. *Audiology online*. 2007. Disponível em: http://www.audiologyonline.com/articles/pf_article_detail.asp?article_id=1753

Scollie SD. Children's speech recognition scores: the Speech Intelligibility Index and proficiency factors for age and hearing level. *Ear and hearing*. 2008; 29(4): 543–56.

Scollie S, Glista D, Tenhaaf J, Dunn A, Malandrino A, Keene K, Folkeard P. Stimuli and normative data for detection of Ling-6 sounds in hearing level. *American journal of audiology*. 2012;21(2): 232–41.

Scollie S, Seewald RC. Eletroacoustic verification measures with modern earring instrument technology. In: Seewald R, Gravel J (Eds.). *A sound Foundation Through Early Amplification*. Chicago: Phonak AG; 2001. p.121–37.

Scollie S, Seewald R, Cornelisse L, Moodie S, Bagatto M, Lurnagaray D, Beaulac S, et al.. The Desired Sensation Level Multistage Input/Output Algorithm. *Trends in Amplification*. 2005; 9(4): 159–197.

Seewald R. The Desired Sensation Level (DSL) Method for Hearing Aid Fitting in Infants and Children. Stäfa, Switzerland: Phonak AG; 1995. Disponível em: http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C_M_tools/Library/focus/en/028_0598_02_focus_20.pdf

Seewald RC. Fitting Children With the DSI Method. *The Hearing Journal*. 1994; 47(9): 48-51.

Seewald RC, Cornelisse LE, Ramaji K, Sinclair ST, Moodie KS, Jamieson D G. *Dsl v4.1 windows: a software implementation of the desired sensation level (DSL[i/o]) method for fitting linear and wide-dynamic-range compression hearing instruments*. London, Ontario, Canada; 1997.

Seewald R, Moodie S, Sinclair S, Scollie S. Predictive validity of procedure for pediatric hearing instrument fitting. *American Journal of Audiology*. 1999; 8(2): 143-52.

Seewald R, Mills J, Bagatto M, Scollie S, Moodie S. A comparison of manufacturer-specific prescriptive procedures for infants. *The Hearing Journal*. 2008;61(11): 26–34.

Seewald R, Ross M, Spiro, MK. Selecting Amplification Characteristics for Young Hearing-Impaired Children. *Ear and Hearing*. 1985; 6(1): 48–53.

Sharma A, Nash A, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *Journal of communication disorders*. 2009; 42(4): 272–9.

Sharma A, Tobey E, Dorman M, Bharadwaj S, Martin K, Gilley P, Kunkel F. Central auditory maturation and babbling development in infants with cochlear implants. *Archives of otolaryngology head & neck surgery*. 2004; 130(5): 511–6.

Sherbecoe RL, Studebaker G. Audibility-index functions for the connected speech test. *Ear and hearing*. 2002; 23(5): 385–98.

Sherbecoe RL, Studebaker G. Audibility-index predictions of normal-hearing and hearing-impaired listeners' performance on the connected speech test. *Ear and hearing*. 2003; 24(1): 71–88.

Silman S, Silverman CA. Basic audiologic testing. In: Silman S, Silverman CA. *Auditory diagnosis: principles and applications*. San Diego: Singular Publishing Group; 1997. p. 44-52

Sinclair S, Beauchaine KL, Moodie KS, Feign JA, Seewald RC, Stelmachowicz PG. Repeatability of real-ear-to-coupler difference measurement as function of age. *Am J Audiol*. 1996;5:52-56

Sininger YS, Grimes A, Christensen E. Auditory development in early amplified children: factors influencing auditory-based communication outcomes in children with hearing loss. *Ear and hearing*. 2010; 31(2): 166–85.

Sininger YS, Martinez A, Eisenberg L, Christensen E, Grimes A, Hu J. Newborn Hearing Screening Speeds Diagnosis and Access to Intervention by 20-25 Months. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2009; 20(1): 49–57.

Souza MRF, Osborn E, Gil D, Iório, MCM. Tradução e adaptação do questionário ABEL – Auditory Behavior in Everyday Life para o Português Brasileiro. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;23(1): 368–75.

Stella PC.. *Efetividade do processo de contra referência de crianças para terapia fonoaudiológica em um serviço de Saúde Auditiva*. [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2013.

Stelmachowicz PG, Hoover BM, Kortekaas RWL, Pittman AL. The Relation between stimulus context, speech audibility, and perception for normal-hearing and hearing-impaired children. *Journal of speech, language, and hearing research*. 2000; 43: 902–914.

Stiles DJ, Bentler RA, McGregor KK. The Speech Intelligibility Index and the Pure-Tone Average as Predictors of Lexical Ability in Children Fit with Hearing Aids. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*. 2012; 55: 764-778.

Van Maanen A, Stapells DR. Multiple-ASSR thresholds in infants and young children with hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2010; 21(8): 535–45.

Vohr B, Jodoin-Krauzyk J, Tucker R, Johnson MJ, Topol D, Ahlgren M. Early language outcomes of early-identified infants with permanent hearing loss at 12 to 16 months of age. *Pediatrics*. 2008; 122(3): 535–44.

Vouloumanos A, Werker JF. Listening to language at birth: evidence for a bias for speech in neonates. *Developmental science*. 2007;10(2): 159–64.

Werner LA. Infant auditory capabilities. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2002; 10: 398–402.

Werner LA. Issues in Human Auditory Development. *J Commun Disord*. 2007; 40(4): 275–283.

Werner LA, Leibold LJ. Auditory Development in Normal-hearing Children. In: Seewald RC, Tharpe AM (Eds.). *Comprehensive Handbook of Pediatric Audiology*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc; 2011. pp. 63–82.

WHO. Grades of hearing impairment. *World Health Organization*. 2007. [citado 23 janeiro 2013] Disponível em: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/

Witkin HA, Goodneough DR. *Cognitive Styles: Essence and origins* New York: International Universities Press; 1981. p. 141.

Yoshinaga-Itano C. From Screening to Early Identification and Intervention: Discovering Predictors to Successful Outcomes for Children With Significant Hearing Loss. *Journal of deaf studies and deaf education*. 2003;8(1):11–30.

Yoshinaga-Itano C, Baca RL, Sedey AL. Describing the trajectory of language development in the presence of severe-to-profound hearing loss: a closer look at children with cochlear implants versus hearing aids. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2010; 31(8): 1268–74.

Yoshinaga-Itano CS, Coulter DK, Mehl A L.. Language of Early- and Later-identified Children With Hearing Loss. *Pediatrics*. 1998; 102(5): 1161–71.

Zimmerman-Philips S, Osberger MJ, Robbins AM. Infant-Toddler: meaningful auditory integration scale (IT-MAIS). Sylmar, Advanced Bionics Corporation, 1997.