



ARTIGOS

***SELEÇÃO E ADAPTAÇÃO DE AASI PARA BEBÊS:  
VERIFICAÇÃO IN SITU DAS DIFERENTES CARACTERÍSTICAS  
MORFOFISIOLÓGICAS DA ORELHA EXTERNA\****

*Patricia Simonetti* \*\*

*Orozimbo Alves Costa Filho* \*\*\*

**Introdução**

Nos últimos anos, os resultados das pesquisas conduzidas por profissionais de diversas áreas têm demonstrado a importância de se intervir, cada vez mais cedo, nos casos de deficiência auditiva.

Atualmente, o profissional dispõe de uma infinidade de recursos e possibilidades para selecionar a melhor amplificação sonora para seu paciente. Quando

---

\* Dados parciais da dissertação de mestrado realizada no Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia da PUC-SP, sob orientação do Prof. Dr. Orozimbo Costa Filho.

\*\* Fonoaudióloga, mestre em fonoaudiologia da PUC-SP, especialista em audiologia, coordenadora da Casa Amarela – Associação de Apoio Educacional ao Deficiente Auditivo.

\*\*\* Médico, professor associado do curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo e PUC-SP.

o paciente em questão é uma criança ou um bebê, em início de desenvolvimento de fala e linguagem, a complexidade das circunstâncias pode tornar essa tarefa longa e difícil. Vários dos procedimentos desenvolvidos para adultos e crianças maiores são inadequados no caso de bebês ou até impossíveis. As dificuldades na obtenção de limiares audiométricos confiáveis, o ponto de partida para adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI), os critérios para seleção das características eletroacústicas e do tipo de circuito, a retroalimentação acústica e as diferenças morfológicas que afetam o volume e a ressonância natural do meato acústico externo são alguns dos itens que dificultam esse processo.

A resposta acústica produzida por um AASI depende, em parte, do seu desenho e de sua eletroacústica, como também das características individuais de cada orelha.

As características morfológicas de impedância e de ressonância da orelha externa têm implicações na seleção e adaptação do AASI, e existem poucos registros indicando como, nos bebês, essas características produzem as diferenças com relação aos adultos.

Os autores Wiener e Ross (1946) definiram a orelha externa como um amplificador acústico natural. Utilizando-se de um microfone-sonda inserido no meato acústico externo (MAE), em três pontos diferentes, captaram o nível de pressão sonora em função da frequência e da localização da fonte sonora. Os resultados mostraram: 10 dB de amplificação em 4000Hz, quando a sonda estava posicionada na entrada do meato; 17 a 22 dB em 3000Hz, com a sonda localizada a meia distância da membrana timpânica (MT). Concluíram que, a meia distância da MT, é possível captar o primeiro pico de ressonância do MAE, mas não sua amplitude. Nas frequências mais altas (por exemplo, 7000Hz), no entanto, a meia distância, a sonda captava 15 dB a menos do que quando localizada próxima a MT. Com relação à localização da fonte sonora, foi registrado o maior nível de pressão sonora a 90° azimute (orelha voltada para a fonte).

Segundo Shaw (1974), a cabeça, o tronco e a orelha externa transformam os campos sonoros, dando direcionalidade e ganho acústico às frequências altas. O MAE, tendo o formato de um tubo aberto em uma extremidade e fechado na outra pela MT, funciona como um ressoador e produz vários picos em diferentes

freqüências, sendo a mais importante a que ocorre quando 1/4 do comprimento da onda sonora for igual ao comprimento do meato. O ganho acústico máximo ocorre por volta de 2600 Hz, primeira ressonância da orelha externa em 17 dB (incidência frontal – 0° azimute) e 21 dB em 451° e 60°. Mesmo na zona de sombra o ganho nunca é menor que 6 dB. Esse ganho se mantém até a freqüência de 5000 Hz, quando aparece a segunda ressonância, devida aos efeitos da concha auricular.

Segundo o mesmo autor, as várias partes da orelha externa humana têm funções diferentes e complementares. A amplificação natural, na faixa de freqüências de 2000 a 6000 Hz, é constantemente associada à percepção da fala. E a amplificação em freqüências mais altas, de 6000 a 10000 Hz, é associada à localização sonora.

Pascoe (1975) demonstrou que a maior capacidade de discriminação dos sons da fala é alcançada quando a resposta de freqüências do AASI incorpora as características de ressonância da orelha aberta em campo livre e, desse modo, compensa a perda de audição do indivíduo. Em um estudo-piloto, comprovou que a diminuição do ganho acústico, na faixa de freqüências de 2500 Hz a 6300 Hz, pode causar uma diminuição de 24% na capacidade de discriminação da fala.

Segundo o Joint Commitee on Infants Hearing da American Speech Language and Hearing Association – ASHA (2000), o objetivo da amplificação é fornecer ao bebê, de forma segura e confortável, o máximo de acesso ao estímulo da fala. Com este intuito, a amplificação deve combinar procedimentos prescritivos que incorporem as mensurações *in situ*. E, por meio dessa técnica, garantir uma adaptação individualizada, de acordo com as características únicas daquele bebê considerado.

Valente et alii (1991) ressaltaram a importância da mensuração individualizada da ressonância da orelha externa para a seleção das características eletroacústicas do AASI. Demonstraram como a freqüência ressonante e a amplitude do pico de ressonância conduzem a diferentes respostas de inserção com o AASI, e que o audiologista, tendo conhecimento desses fatos antes da prescrição do AASI, estará mais preparado para a compensação dessas diferenças.

Atualmente, dispomos de diferentes instrumentos para utilização clínica com a finalidade de selecionar e verificar o desempenho dos aparelhos de amplificação sonora. As mensurações *in situ* e as mensurações realizadas no acoplador 2 ml, com as devidas transformações orelha *versus* acoplador calculadas, parecem ser os métodos de verificação mais apropriados para bebês, crianças pequenas e crianças portadoras de múltiplas deficiências. Algumas vantagens desses procedimentos, segundo Seewald, Moodie e Sinclair (1999), são:

- Desempenho eletroacústico do AASI pode ser medido abrangendo toda a faixa de frequências e intensidades;
- Os sinais de teste podem ser mais representativos (em nível e espectro) dos sinais de entrada comuns;
- A cooperação passiva por parte do examinado.

Segundo Revit (1994), o audiologista deve considerar as diferenças acústicas básicas do acoplador 2 ml (de onde partem todas as informações a respeito das características eletroacústicas do aparelho selecionado) e da orelha. São elas: 1) o complexo sistema de impedância do meato acústico e da membrana timpânica *versus* a impedância do volume do acoplador 2 ml; 2) a localização do microfone do AASI na cabeça *versus* a localização efetiva da posição deste dentro de uma câmara de teste; 3) o tubo que conecta o aparelho auditivo ao molde e à orelha *versus* o tubo que conecta o aparelho ao acoplador; 4) a ventilação ou qualquer escape de som para dentro do meato ou para fora *versus* a condição ótima do acoplador; e 5) o fato de que o AASI, acoplado à orelha, deve restabelecer a amplificação natural da orelha aberta.

A constante evolução tecnológica, tanto no que se refere às possibilidades de amplificação, quanto aos métodos e equipamentos disponíveis para a verificação de desempenho do AASI, e o diagnóstico da deficiência auditiva, efetivado cada vez mais cedo, originam um novo e concreto desafio para o fonoaudiólogo: promover, em tempo adequado, a melhor amplificação possível.

Este trabalho tem como objetivo discutir as implicações da morfofisiologia da orelha externa de bebês na seleção das características físicas e eletroacústicas do AASI. Com este propósito, pretende-se verificar:

A resposta acústica produzida por um mesmo AASI em bebês e crianças com idades de três meses a cinco anos.

## **Material e método**

Para compor esta pesquisa, 11 crianças, de três meses a cinco anos de idade, foram selecionadas a partir do contato estabelecido com profissionais especializados na área, sendo, em sua maioria, provenientes da Casa Amarela – Associação de Apoio Educacional ao Deficiente Auditivo (A.A.E.D.A.). Os casos foram apresentados e caracterizados segundo avaliação desses mesmos profissionais. Os critérios para seleção da amostra foram:

1. todas as crianças deveriam já ser usuárias ou em processo de adaptação do AASI;
2. os moldes auriculares deveriam ser do tipo concha de silicone;
3. ausência de comprometimentos da orelha média – curva A, segundo Jerger (1970).

O grau de perda auditiva não foi fator determinante na seleção dos indivíduos. Essa informação tornou-se importante, na medida em que estaríamos realizando o procedimento com um AASI. Todos os indivíduos portavam deficiência auditiva neurosensorial, que variou entre moderadamente severa, severa e profunda. Os limites de saída sonora do aparelho deveriam estar dentro de uma faixa considerada “segura” para o paciente e, para tal, o ganho acústico foi programado de forma que a saída sonora máxima do AASI não fosse maior que 110 dBNPS, não excedendo o possível limiar de desconforto. Todos os sujeitos foram testados sob as mesmas condições de amplificação e de adaptação física. As únicas variáveis entre os grupos foram a idade e as características morfofisiológicas da orelha externa.

A amostra foi dividida em três grupos: o grupo de dois bebês até 12 meses de idade (G1); um segundo grupo, com três crianças de 12 a 24 meses de idade (G2); e o grupo de seis crianças de três a cinco anos de idade (G3).

O equipamento utilizado foi o Aurical Real Ear Analyzer, do fabricante Madsen. Esse equipamento é composto por uma interface composta de um sistema duplo de microfones (microfone-sonda e de referência), uma unidade programadora de AASI, o HI-PRO, uma caixa anecóica, o acoplador 2 ml e um alto-falante. Essa interface, ligada a um microcomputador, permitia a realização das mensurações *in situ* por meio do programa NOAH.

Para esta coleta de dados foi selecionado o aparelho retroauricular híbrido, modelo L6, da marca Widex. Esse aparelho foi previamente programado, de forma a apresentar amplificação linear, sem ativação de qualquer forma de compressão ou de limitação da saída sonora do AASI. Outros controles, como os de tonalidade, também não foram ativados.

O procedimento escolhido para coleta dos dados foi a mensuração *in situ* do ganho do AASI na orelha (REAR) e da resposta de inserção (REIR), fornecidos pelo AASI.

A meatoscopia foi realizada antes de cada coleta, com o intuito de verificar quaisquer impedimentos à inserção da sonda-teste, como cerúmen ou outro tipo de secreção.

No indivíduo adulto, o comprimento do meato acústico externo é de aproximadamente 25 mm. Isso permite a colocação da sonda num local ótimo: a 5 mm de distância da membrana timpânica. Devido às estruturas reduzidas da população deste estudo, decidimos adotar o seguinte procedimento: a partir do molde auricular confeccionado, contornar com a sonda sua superfície inferior e calcular 5 mm de extensão da sonda, além da extremidade do molde, que ocupa o interior do meato. Usar essa medida como guia para todos os passos seguintes, assegurando, assim, o mesmo posicionamento da sonda-teste no meato acústico. De acordo com a literatura estudada, os valores médios aproximados para o comprimento do meato de bebês, com seis e doze meses de idade, são 17 e 20 mm, respectivamente. Assim, quando o procedimento acima descrito (5 mm além do molde) ultrapassava esses valores, era descartado. Nesses casos, foram considerados os valores de referência na literatura para o teste. As mensurações *in situ* foram efetuadas em 11 crianças, com idades que variavam de 3 a 60 meses.

## Resultados e discussão

Inicialmente, serão apresentados os resultados da resposta do AASI na orelha (REAR), segundo a frequência estudada, para as seguintes faixas etárias: até 12 meses – Grupo 1 (G1) composto de dois sujeitos; de 12 a 24 meses – Grupo 2 (G2) com três sujeitos; e, de 40 a 60 meses – Grupo 3 (G3), com seis sujeitos. No G1, em um dos sujeitos, foi possível coletar dados de uma orelha aos 10

meses, e da outra, aos 11 meses de idade. No G3, os dados de uma orelha de um dos sujeitos foi excluída do estudo por apresentar comprometimento de orelha média. Os valores mínimos, máximos e medianos foram calculados e encontram-se nas Tabelas I, II e III.

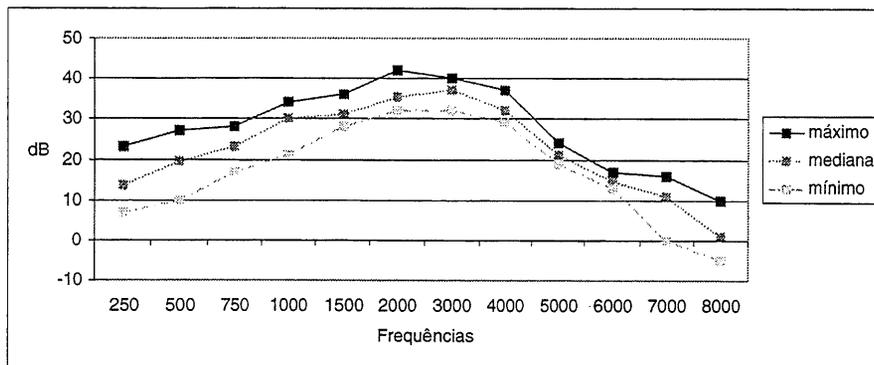
Em seguida, serão apresentados os resultados da resposta de inserção (REIR), segundo a frequência estudada, para as faixas etárias de até 12 meses (G1); de 12 a 24 meses (G2); e de 40 a 60 meses (G3). Os valores mínimos, máximos e medianos foram calculados e estão situados nas Tabelas IV, V e VI. O procedimento mostrou-se adequado para a verificação da resposta eletroacústica do AASI em crianças de todas as idades. As crianças de 9 meses a 24 meses foram as que exigiram maior habilidade do examinador, bem como a participação de uma segunda pessoa, que mantivesse a criança “entretida” e com sua cabeça orientada a 45° azimute da fonte sonora. O procedimento pode ser considerado válido para utilização clínica para essa faixa etária, já que apresenta boa reprodutibilidade. Obtivemos os mesmos resultados testando a mesma criança, por duas vezes consecutivas. Westwood e Bamford (1995), estudando a fidedignidade e reprodutibilidade desse procedimento (REAR), em crianças abaixo dos 12 meses de idade, acharam diferenças entre teste-reteste muito pequenas (2.8 dB em média) e afirmaram que o procedimento é adequado para verificação do desempenho eletroacústico do AASI para a população pediátrica.

Foram considerados os valores de 250 a 6000 Hz para efeito de análise da resposta do AASI na orelha (REAR), e, posteriormente, para efeito de análise da resposta de inserção (REIR). O limite para as frequências altas foi colocado em função da limitação de amplificação, imposta pelo AASI utilizado. As frequências abaixo de 250 Hz não foram consideradas, devido às vibrações provocadas pelo equipamento e à possibilidade de contaminação por ruídos ambientais, existentes nessa faixa de frequências.

**Tabela 1 – Resultados da resposta do AASI na orelha (REAR) para o Grupo 1 (n=2)**

Orelha	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	idade
E	23	27	27	34	30	32	40	37	20	13	0	-5	10m
D	15	26	28	33	36	42	39	33	19	14	16	10	11m
D	7	10	17	21	28	34	32	29	24	17	10	2	3m
E	12	13	19	27	32	37	35	31	22	15	12	0	3m
Mínimo	7	10	17	21	28	32	32	29	19	13	0	-5	
Máximo	23	27	28	34	36	42	40	37	24	17	16	10	
Mediana	14	20	23	30	31	35,5	37	32	21	14,5	11	1	

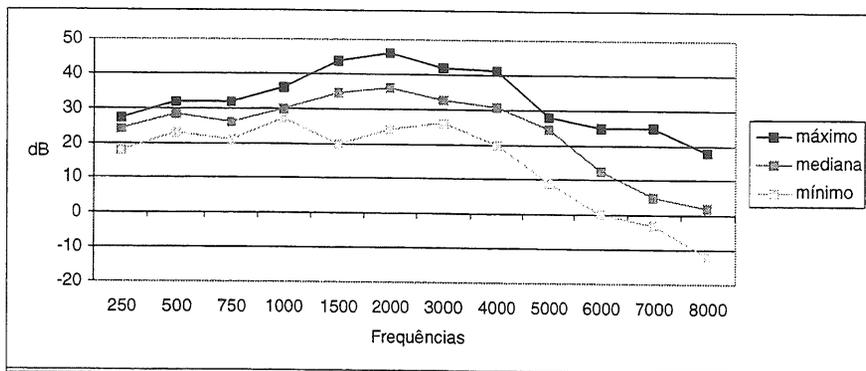
**Gráfico 1 – Valores mínimos, máximos e a mediana do REAR para o Grupo 1**



**Tabela 2 – Resultados da resposta do AASI na orelha (REAR) para o Grupo 2 (n=3)**

Orelha	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	Idade
D	22	25	25	32	38	39	39	31	28	25	25	18	23m
E	27	30	32	36	44	46	42	41	26	12	7	6	23m
E	24	27	21	27	31	33	26	20	25	13	3	-2	21m
D	24	32	27	28	27	33	26	30	9	0	-3	-12	21m
D	18	23	22	28	20	24	28	24	18	10	0	-10	22m
E	24	30	30	35	44	45	37	37	24	18	18	13	22m
Mínimo	18	23	21	27	20	24	26	20	9	0	-3	-12	
Máximo	27	32	32	36	44	46	42	41	28	25	25	18	
Mediana	24	29	26	30	34,5	36	32,5	30,5	24,5	12,5	5	2	

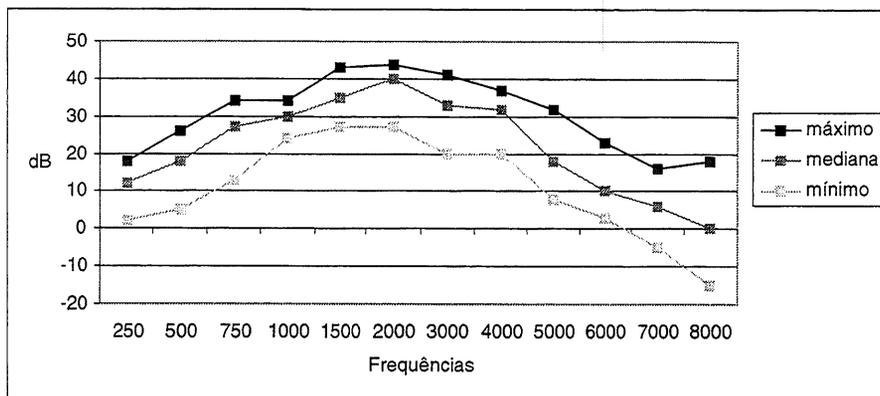
**Gráfico 2 – Valores mínimos, máximos e medianos do REAR para o Grupo 2**



**Tabela 3 – Resultados da resposta do AASI na orelha (REAR) para o Grupo 3 (n=6)**

Orelha	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	Idade
E	12	17	27	33	35	42	41	35	23	17	16	18	49m
D	13	22	32	34	40	43	38	37	32	23	14	16	49m
D	12	23	29	33	27	27	23	27	8	3	-2	-5	40m
E	10	18	27	33	39	35	25	32	17	5	-5	-15	40m
D	5	5	13	26	27	27	30	25	17	10	-2	-10	46m
E	12	17	23	30	35	35	33	33	18	10	-5	0	46m
D	2	7	17	26	43	39	37	28	27	20	14	0	53m
E	2	10	18	25	37	42	35	28	22	18	10	0	53m
D	18	26	33	25	33	44	32	33	13	4	2	0	59m
E	15	21	21	24	27	40	20	20	10	10	6	-2	59m
D	16	26	34	34	38	40	33	33	24	20	16	10	60m
Mínimo	2	5	13	24	27	27	20	20	8	3	-5	-15	
Máximo	18	26	34	34	43	44	41	37	32	23	16	18	
Mediana	12	18	27	30	35	40	33	32	18	10	6	0	

**Gráfico 3 – Valores mínimos, máximos e medianos para o REAR do Grupo 3**



De uma forma geral, houve grande variação dos valores de ganho do AASI na orelha (REAR), para sujeitos do mesmo grupo. A grande variabilidade, principalmente na faixa de frequências altas, pode ser atribuída aos diferentes pontos de localização da sonda ao longo do MAE, durante as medições. Segundo Dirks e Kincaid (1987) e Dillon (2001), o posicionamento da sonda no meato vai depender da frequência em que se deseja a informação e a fidedignidade dessa mensuração. Na verificação do REAR, é importante que a sonda esteja localizada a uma distância máxima de 8 mm da membrana timpânica, para mensurações até 6000 Hz. Isto porque há a diminuição do comprimento da onda sonora à medida que a frequência aumenta, resultando em maior influência de ondas estacionárias. Podem ser esperados erros de até 4 dB, causados pela presença de ondas estacionárias, entre o final do molde auricular e a MT. Durante o procedimento, visando principalmente a segurança dos bebês, procurou-se manter a sonda a uma distância do final do molde auricular. Essa distância, que variava de 3 a 5 mm, foi empregada para a obtenção da curva de ressonância natural da orelha externa e para a obtenção resposta do AASI na orelha. Essa metodologia, portanto, não garantiu a mesma distância da sonda à MT em todos os sujeitos testados.

Uma outra possibilidade, para as diferenças de respostas nas frequências altas, pode ser o efeito que diâmetro e comprimento do meato exercem sobre frequências. Segundo Kates (1988) e Jonge (1996), meatos pequenos criam uma condição de ênfase nas frequências médias e altas. Esses autores relatam que meatos maiores em diâmetro “perdem” amplificação de frequências altas. Os mesmos autores observaram diferenças de até 15 dB, na frequência de 4000 Hz. Em nosso estudo, a menor variação, para a faixa de frequências altas, foi observada no grupo de até 12 meses de idade (G1).

Os valores de ganho acústico mais altos encontrados nas frequências de 250 Hz e 500 Hz, entre as crianças do Grupo 2 e as crianças dos outros dois grupos, são mais difíceis de explicar. Há grande possibilidade de esse fato ser o resultado de maior vedação acústica, promovida por moldes trocados com mais frequência. O ganho acústico menor, no Grupo 3, resultaria do escape de sons de frequência baixa, em moldes não tão justos.

Essa hipótese é reforçada quando se analisa a resposta *in situ* do bebê de 3 meses de idade, do Grupo 1, que possuía moldes auriculares “folgados”, apesar de recentes. Quando os valores relativos às frequências baixas são analisados e comparados aos de outras crianças, tanto do Grupo 1, quanto do Grupo 2, verificam-se valores bem abaixo dos demais.

Feijin et alii (1989) também relataram maior variabilidade de resultados nas frequências baixas. Nesse estudo, compararam crianças com adultos e a maior variação, para frequências baixas, ocorreu com o grupo de adultos.

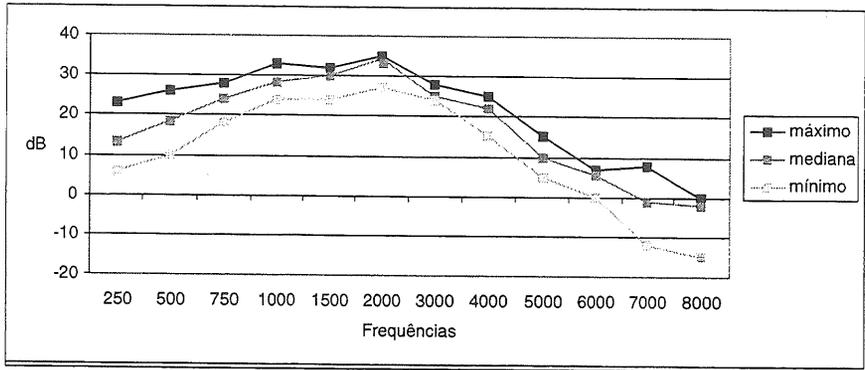
Os aspectos relacionados à vedação acústica sempre deveriam ser analisados de modo individual, principalmente na rotina clínica. É importante a ressalva de como esse aspecto pode influenciar a resposta de amplificação nas frequências baixas, facilitando o escape e permitindo a entrada de sons não atenuados, que se somam à resposta do AASI. Hoover, Stelmachowicz e Lewis (2000) discutiram o efeito da ventilação na prescrição do ganho acústico por frequência, principalmente quando baseado em regras que utilizam as médias de uma faixa etária para obtenção de dados da diferença da orelha para o acoplador. Ressaltaram que o escape e/ou entrada de sons de frequência baixa por uma ventilação ou molde “folgado” pode não ser equivalente em ambas as direções. Sugere-se então que a magnitude desse efeito seja medida individualmente, por meio de equipamentos para mensuração *in situ*.

Devido à grande variabilidade intersujeitos, resultante do procedimento empregado em nosso trabalho, seria interessante reforçar que, para fins comparativos, maiores cuidados deveriam ter sido adotados em relação à vedação acústica e ao posicionamento da sonda-teste no MAE.

**Tabela 4 – Resultados da resposta de inserção (REIR)  
para o Grupo 1 (n=2)**

Orelha	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	REUR	Idade
E	23	26	28	32	24	27	25	24	10	0	-12	-15	3500hz	10m
D	14	25	28	33	30	35	24	15	5	4	8	0	3500hz	11m
D	6	10	20	24	32	34	25	20	15	7	0	-2	5500hz	3m
E	12	12	18	25	30	35	28	25	10	7	-2	-2	5000hz	3m
Mínimo	6	10	18	24	24	27	24	15	5	0	-12	-15		
Máximo	23	26	28	33	32	35	28	25	15	7	8	0		
Mediana	13	19	24	28,5	30	34,5	25	22	10	5,5	-1	-2		

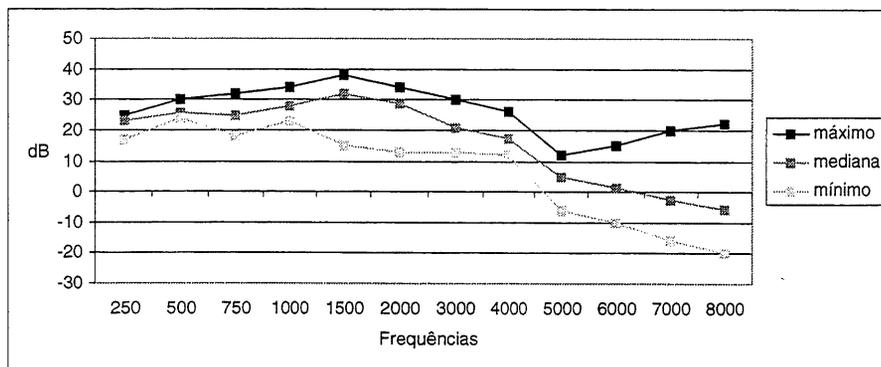
**Gráfico 4 – Valores mínimos, máximos e medianos do REIR  
para o Grupo 1**



**Tabela 5 – Resultados da resposta de inserção (REIR) para o Grupo 2 (n=3).**

Orelha	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	REUR	Idade
E	23	27	28	32	37	34	27	17	5	0	-10	-3	4000hz	23m
D	23	24	23	28	37	34	30	19	12	15	20	22	4000hz	23m
E	21	24	18	23	27	26	15	14	8	-10	-16	-13	4000hz	21m
D	24	30	26	26	26	26	13	26	-6	-10	-10	-20	5000hz	21m
D	17	24	24	28	15	13	16	12	2	3	5	-8	4500hz	22m
E	25	29	32	34	38	32	26	18	5	4	5	8	5000hz	22m
Mínimo	17	24	18	23	15	13	13	12	-6	-10	-16	-20		
Máximo	25	30	32	34	38	34	30	26	12	15	20	22		
Mediana	23	26	25	28	32	29	21	17,5	5	1,5	-2,5	-5,5		

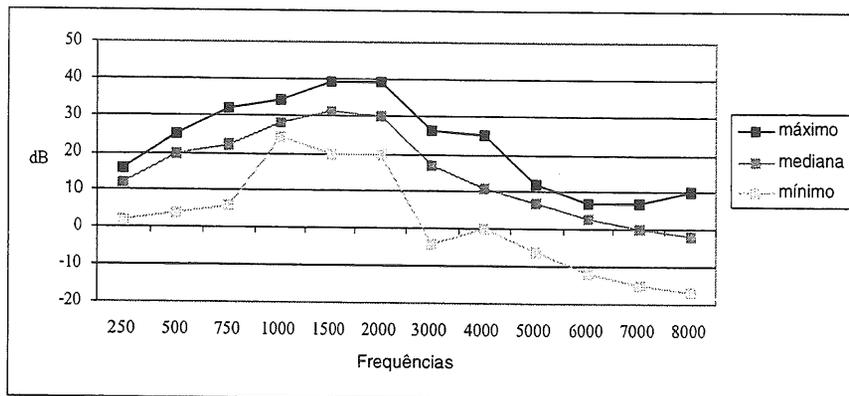
**Gráfico 5 – Valores mínimos, máximos e medianos do REIR para o Grupo 2**



**Tabela 6 – Resultados da resposta de inserção (REIR) para o Grupo 3 (n=6)**

Orelha	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	REUR	Idade
D	13	22	30	33	39	39	25	17	12	7	7	6	4000hz	49m
E	10	17	24	31	31	35	26	11	7	2	-2	-10	3700hz	49m
D	12	23	29	32	29	22	-4	10	-6	-12	-15	-17	3000hz	40m
E	11	20	27	30	32	22	3	25	11	0	-7	-17	3000hz	40m
D	7	4	13	24	20	20	20	17	8	7	-2	-2	3000hz	46m
E	12	16	22	25	30	28	26	23	5	4	7	10	4000hz	46m
D	2	5	6	25	30	33	15	0	7	5	0	-10	3750hz	53m
E	3	7	17	25	32	34	18	10	4	3	-3	-7	4000hz	53m
D	14	22	22	25	31	30	15	10	10	0	3	3	3500hz	59m
E	14	22	22	28	23	29	7	10	4	4	2	-2	3500hz	59m
D	16	25	32	34	35	33	17	20	10	2	2	2	3000hz	60m
Mínimo	2	4	6	24	20	20	-4	0	-6	-12	-15	-17		
Máximo	16	25	32	34	39	39	26	25	12	7	7	10		
Mediana	12	20	22	28	31	30	17	11	7	3	0	-2		

**Gráfico 6 – Valores mínimos, máximos e medianos do REIR para o Grupo 3**



Os valores obtidos na resposta de inserção (REIR), ao contrário da resposta do AASI na orelha (REAR), podem ser comentados em relação à faixa de frequências altas, uma vez que o interesse está no aspecto relativo da medida (o ganho com a inserção do molde). Para realização de tal procedimento, não é necessário que a sonda seja colocada à mesma distância da MT, para todos os sujeitos avaliados, mas que a sonda esteja na mesma posição para a mensuração sem o AASI e, posteriormente, com o AASI.

A resposta de inserção, observada em todos os indivíduos, mostra uma amplificação crescente, com um pico nas frequências médias, e queda a partir da frequência de 2000 Hz, no Grupo 3, e a partir de 4000 Hz, nos Grupos 1 e 2, para a maioria dos sujeitos testados.

A partir desses resultados, pode-se dizer que as crianças dos Grupos 1 e 2, de 0 a 24 meses, apresentaram maior ganho de inserção nas frequências de 3000 e 4000 Hz do que as crianças do Grupo 3.

Provavelmente, o fato de as crianças dos Grupos 1 e 2 apresentarem valores medianos mais altos para o ganho de inserção pode ser explicado pela menor perda causada pelo molde auricular, nessa faixa de frequências. No G1, apenas o sujeito de 10 meses apresentou ressonância da orelha externa na frequência de 3500 Hz e todos os outros sujeitos dos dois grupos possuíam respostas para ressonância nas frequências de 4000 a 5500 Hz. Em contrapartida, as crianças que compuseram o Grupo 3 apresentavam ressonâncias com picos concentrados nas frequências de 3000 a 4000 Hz.

O ganho acústico maior, nas frequências altas, para os Grupos 1 e 2 apresenta relevância clínica. Tal dado deve ser considerado pelo profissional responsável pela seleção da resposta eletroacústica do AASI, principalmente para a delimitação da saída acústica de circuitos de grande amplificação. A saída acústica será maior nessas frequências, podendo causar desconforto ou até mesmo lesar o aparelho auditivo, devido aos níveis de pressão sonora produzidos por alguns desses dispositivos. Entre as crianças avaliadas, foram notadas algumas curvas de resposta de inserção com depressões localizadas em frequências médias e altas (queda acentuada no ganho em uma determinada frequência para recuperação na frequência adjacente) (Figura 1). Essa possibilidade foi comentada na literatura por Byrne e Upfold (1991) e Valente et alii (1991), que relataram o mesmo fenômeno e o associaram à “falha” na compensação da perda de inserção, causada pelo molde auricular. Tal fato merece grande atenção, porque pode prejudicar a qualidade sonora percebida e promover diferenças perceptuais de fala.

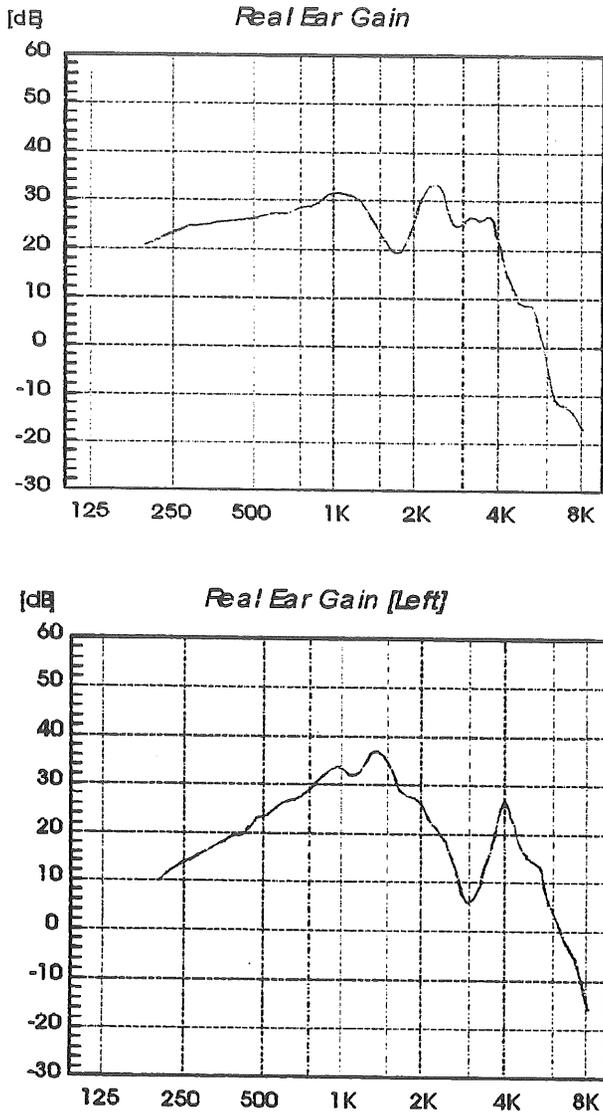


Figura 1

A variação observada nas respostas *in situ* e de inserção, para o mesmo AASI, em crianças de diferentes idades, ocorreu de forma não sistemática para as frequências testadas. Esses dados, somados ao fato comprovado de que as características morfofisiológicas da orelha externa provocam alterações diferentes entre frequências, levam a concluir que tais características necessitam ser precisamente definidas, para poderem ser compensadas. Assim sendo, a seleção da resposta de frequências do AASI é determinante, porque essas diferenças não poderão ser compensadas somente pelo ajuste do ganho acústico prescrito.

### Conclusões

Nas mensurações *in situ* com o AASI, verificou-se grande variação nos valores obtidos entre indivíduos da mesma faixa etária, tanto para o REAR, quanto para o REIR. No entanto, os indivíduos de 0 a 24 meses apresentaram valores maiores para o ganho de inserção, nas frequências de 3000 e 4000 Hz, quando comparados ao grupo de crianças de três a cinco anos.

Os resultados deste trabalho indicam que a mensuração da ressonância da orelha externa deve ser individualmente realizada e incorporada ao processo de pré-seleção das características eletroacústicas do AASI para bebês.

### Resumo

*O objetivo deste trabalho foi discutir implicações das diferentes características morfofisiológicas da orelha externa de bebês na seleção das características físicas e eletroacústicas do aparelho de amplificação sonora individual para essa faixa etária. Este estudo é importante à medida que bebês cada vez mais novos tornam-se candidatos à amplificação. O estudo teórico revelou que as características da orelha externa são diferentes para bebês e que, antes do dois anos de idade, não se assemelham às características do adulto. O ganho do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) na orelha (REAR), bem como o ganho de inserção (REIR) foram analisados em várias crianças de idades que variavam de 3 meses a 5 anos e seus resultados discutidos. Os bebês de 0 a 24 meses apresentaram valores maiores para o ganho de inserção, nas frequências de 3000 e 4000 Hz, quando*

comparados ao grupo de 3 a 5 anos. Os resultados deste trabalho sugerem que a mensuração da ressonância da orelha externa, assim como a seleção dos parâmetros eletroacústicos, seja conduzida individualmente nesta faixa etária.

**Palavras-chave:** amplificação; bebês; ganho de inserção.

### **Abstract**

*The study discussed the differences of the anatomy and the acoustics characteristics of the external ear in infants, as the implications of those on hearing aids selection and fitting process. As hearing loss detection might be early in life, this work has its clinical relevance, once intervention might be as soon as possible. The theory says the anatomy and the acoustics of the external ear are different for the pediatric population and its characteristics can not be compared to adults before the age of two. The real ear response (REAR) and the insertion response (REIR) were collected and analyzed on several subjects from different ages (3 months to five years), and the results discussed. Subjects from 0 to 24 months presented higher REIR values for 3000 and 4000 Hz compared to 3 to 5 years subjects. The results suggest that the open ear resonance measurement and the selection of the eletroacoustics parameters of the hearing aid must be conducted individualized for the pediatric population.*

**Key-words:** amplification; babies; insertion response.

### **Resumen**

*El objetivo de este trabajo fue discutir implicaciones de las diversas características orofisiológicas de la oreja externa de bebes en la selección de las características físicas y electroacústicas del aparato de amplificación sonora individual. Este estudio es importante porque bebes cada vez mas jabones necesitan de amplificación. El estudio teórico reveló que las características de la oreja externa son singulares para bebes y que antes de los dos años de edad no se asemejan a las características de los adultos. El incremento del aparato de amplificación sonora individual (AASI) en la oreja (REAR), asi como el incremento de inserción (REIR) fueron analizados en varios niños con edades que variaban de los 3 meses*

a los 5 años y los resultados discutidos. Los bebés de 0 a 24 meses presentaron valores mayores para el incremento de inserción en las frecuencias de 3000 y 4000 Hz, cuando comparados al grupo de tres a cinco años. Los resultados de este trabajo sugieren que la mensuración de la resonancia de la oreja externa, así como la selección de los parámetros electroacústicos en bebés, deben ser conducidos individualmente.

**Palabras claves:** amplificación; bebés, incremento de inserción.

### Referências

- BYRNE, D. e UPFOLD, G. (1991). Implications of ear canal resonance for hearing aid fitting. *Sem. in Hear*, v. 12, n. 1, pp. 34-41.
- DILLON, H. (2001). "Special hearing issues for children". In: DILLON, H. *Hearing Aids*. Sydney, Boomerang Press.
- DIRKS, D. D. e KINCAID, G. E. (1987). Basic Acoustic considerations of ear canal probe measurements. *Ear Hear*. v. 8, n. 5, pp. 60-67.
- FEIJIN, J.; KOPUN, J.; STELMACHOWICZ, P. e GORGA, M. (1989). Probe tube microphone measurements of ear canal sound pressure levels in infants and children. *Ear Hear*, v. 10, n. 4, pp. 254-258.
- HOOVER, B. M.; STELMACHOWICZ, P. G. e LEWIS, D. E. (2000). Effect of ear mold fit on predicted real ear SPL using a real ear coupler difference procedure. *Ear Hear*, v. 21, n. 4, pp. 310-317.
- JERGER, J. F. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*, n. 92, pp. 311-24.
- JOINT COMMITTEE ON INFANTS HEARING (2000). ASHA Year 2000 position statement: principles and guidelines for early detection and intervention program. *Am. J. Audiol*, v. 9, pp. 9-29, jun.
- JONGE, R. (1996). "Real ear measures: individual variation and measurement error". In: VALENTE, M. *Hearing aids: standards, options and limitations*. Nova York, Thieme Medical Publishers.
- KATES, J. M. (1988). A computer simulation of hearing aid response and the effects of ear canal size. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 83, n. 5, pp. 1952-63.

- PASCOE, D. P. (1975). Frequency responses of hearing aids and their effects on speech perception of hearing impaired subjects. *Ann Otol. Rhinol. Laringol*, Supl. 23, v. 82, n. 5, Parte 2.
- REVIT, L. (1994). "Using coupler Tests in the fitting of hearing aids". In: VALENTE, M. *Strategies for selecting and verifying hearing aid fittings*. Nova York, Thieme Medical Publishers.
- SEEWALD, R. C.; MOODIE, S. e SINCLAIR, S. (1999). Predictive validity of a procedure for pediatric hearing instrument fitting. *Am. J. Audiol*, v. 8, n. 2, pp. 143-52.
- SHAW, E. A. G. (1974). Transformation of sound pressure level from the free field to the eardrum in the horizontal plane. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 56, n. 6, pp. 1848-61.
- VALENTE, M. e VASS, W. (1991). Use of real ear measures to select the gain and the output of hearing aids. *Sem. in Hear*, v. 12, n. 1, pp. 53-60.
- WESTWOOD, G. F. e BAMFORD, J. M. (1995). Probe-tube microphone measures with very young infants: real ear to coupler differences and longitudinal changes in real ear unaided response. *Ear Hear*, v. 16, n. 3, pp. 263-273.
- WIENER, F. e ROSS, D. (1946). The pressure distribution in the auditory canal in a progressive sound field. *J. Acoust. Soc Am.*, v. 18, n. 2, pp. 401-8.

*Recebido em jun./03; aprovado em dez./03.*

**Endereço para correspondência:**

Patricia Simonetti  
Rua dos Guaratans, 530  
Parque Petrópolis – Mairiporã – SP  
CEP 07600-000  
E-mail: [psimonet@uol.com.br](mailto:psimonet@uol.com.br)