

Diferença entre orelha real e acoplador: importância na amplificação pediátrica

Real-ear to coupler difference: importance on the pediatric amplification

Diferencia entre oído real y acoplador: importancia en la amplificación pediátrica

*Deborah V. Ferrari**

*Patrícia D. Campos***

*Paula M. P. Paiva****

Resumo

Introdução: As características acústicas específicas da orelha de bebês e crianças pequenas fazem com que seja necessário o uso de transformadores acústicos no processo de adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) na população pediátrica. Nesta revisão da literatura é descrita a “Diferença entre Orelha Real e Acoplador (RECD)”. **Descrição:** A RECD é a medida da diferença do nível de pressão sonora (NPS) gerado no conduto auditivo externo e o NPS gerado no acoplador de 2cc, frente a um mesmo sinal de entrada, sendo utilizada em diferentes estágios do processo de seleção e verificação do AASI na população pediátrica. O fone de inserção é o transdutor geralmente utilizado para a obtenção desta medida sendo acoplado à oliva ou ao molde auricular personalizado – os resultados obtidos com estes tipos de acoplamento são diferentes. Em crianças com orelha externa e média normais, a RECD apresentará valores positivos em todas as frequências. Dadas as mesmas condições anátomo-fisiológicas e do sistema de acoplamento, não há diferença significativa da RECD entre orelha esquerda e direita. Há grande variabilidade da RECD entre sujeitos denotando a importância das mensurações individuais. A aplicação clínica da RECD é apresentada em um exemplo. **Considerações Finais:** Embora seja uma medida objetiva, a interpretação da validade dos resultados da RECD é subjetiva, devendo o profissional estar devidamente treinado para tal. Recomenda-se que a RECD seja obtida com o fone de inserção e molde personalizado da criança, sendo a reavaliação feita a cada troca do molde auricular.

Fonoaudióloga; Professora Doutora do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, FOB-USP, Bauru, SP, Brasil. **Fonoaudióloga da Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, FOB-USP, Bauru, SP, Brasil; Discente do Programa de Doutorado em Fonoaudiologia – FOB/USP. *Fonoaudióloga; Discente do Programa de Mestrado em Fonoaudiologia – FOB/USP*

Palavras-chave: audição; auxiliares de audição; perda auditiva; criança.

Abstract

INTRODUCTION: *The specific acoustic characteristics of the ear of babies and infants make it necessary to use acoustic transforms in pediatric hearing aid (HA) selection and fitting process. In this review of literature the “Real Ear to Coupler Difference (RECD)” is described. DESCRIPTION:* The RECD is the measure of the difference in sound pressure level (SPL) generated in the external ear canal and the SPL generated in the 2cc coupler, given the same input signal and is used at different stages of the HA selection verification in the pediatric population. The insert earphone transducer is commonly used to obtain this measure, being coupled to a foam tip or custom ear mold – these coupling systems yield different results. In children with normal external and middle ears, the RECD presents positive values at all frequencies. Given the same anatomical and physiological conditions and the same coupling system, there is no significant difference between the RECD for left and right ears. There are great RECD values between subjects, denoting the importance of the individual measurements. An example of the clinical application of RECD is presented. **FINAL CONSIDERATIONS:** *While it is an objective measure, the interpretation of the validity of the results of the RECD is subjective, and the professional must be properly trained to do so. It is recommended that the RECD is obtained with the insert earphone and custom ear mold, and the reassessment made at each ear mold change.*

Keywords: *Shearing; hearing aids; hearing loss; child.*

Resumen

INTRODUCCIÓN: *Las características acústicas específicas del oído de los bebés y niños jóvenes hacen que sea necesaria la utilización de transformadores acústicos en el proceso de adaptación de aparatos de amplificación sonora individual (AASI) en la población pediátrica. En esta revisión no sistemática la literatura se describe la Diferencia entre Oído Real y Acoplador (RECD). DESCRIPCIÓN:* La RECD es la medida de la diferencia entre el nivel de presión sonora (NPS) generado en el canal auditivo externo y el NPS generados en acoplador de 2 cc, delante de una misma señal de entrada, utilizado en diferentes etapas del proceso de selección y verificación del AASI en bebés y niños pequeños. El auricular de inserción es el transductor generalmente utilizado para obtener la RECD siendo acoplado a la oreja con una oliva o molde auricular personalizado. Los resultados obtenidos con estos tipos de acoplamiento son diferentes. En los niños con oído externo y medio normal la RECD presentará valores positivos en todas las frecuencias. Dadas las mismas condiciones anatómicas y fisiológicas del oído externo y medio, la RECD del oído derecho e izquierdo son casi idénticos. La grande variabilidad de la RECD entre sujetos muestra la importancia de mediciones individuales. Se presenta un ejemplo de la aplicación clínica de la RECD. **CONSIDERACIONES FINALES:** *Si bien es una medida objetiva, la interpretación de la validez de los resultados de la RECD es subjetiva, debiendo encontrarse el profesional debidamente entrenado para ello. Se recomienda que la RECD sea obtenida con el auricular de inserción y con molde personalizado del niño, reiterándose su evaluación con cada cambio del molde.*

Palabras clave: *audición; audífonos; pérdida auditiva; niño.*

Trabalho vinculado ao Departamento de Fonoaudiologia - Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo, FOB-USP.

Introdução

A orelha do bebê não é igual à orelha do adulto em comprimento, volume, diâmetro ou impedância. Deste modo, o nível de pressão sonora (NPS) gerado no conduto auditivo do bebê será maior do que aquele gerado na orelha do adulto, considerando um mesmo sinal de entrada¹.

No processo de seleção e adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) é de extrema relevância considerar essas características acústicas da orelha de bebês e crianças, de modo que a amplificação fornecida seja audível e não desconfortável, visando à utilização máxima de sua área dinâmica de audição.

Uma forma de levar estes fatores em consideração é realizar medidas diretas do desempenho eletroacústico do AASI em orelha real, via medidas com microfone sonda. Outra alternativa é predizer a performance do AASI em orelha real a partir de um acoplador de 2cc, utilizando a diferença entre orelha real e o acoplador (Real Ear to Coupler Difference- RECD) como fator de correção.

A RECD é um transformador acústico, ou seja, um fator de correção que permite a conversão de uma medida em outra. A seleção e verificação eletroacústica do AASI em bebês e crianças pequenas a partir da medida individual da RECD é amplamente recomendada por sociedades científicas².

Neste artigo foi realizada uma revisão da literatura a fim de descrever a medida RECD e demonstrar sua aplicação no processo de seleção e verificação do AASI em bebês e crianças pequenas.

Descrição

A diferença entre a orelha real e o acoplador de 2cc (RECD) é a medida da diferença, específica por frequência, entre o nível de pressão sonora (NPS) gerado no conduto auditivo externo ocluído e o NPS gerado no acoplador de 2cc, frente a um mesmo sinal de entrada³. Esse transformador acústico é obtido mediante três etapas: (a) medida do nível de pressão sonora (NPS) de um dado sinal (geralmente uma varredura de tom puro) em orelha real, (b) a medida do NPS deste mesmo sinal no

acoplador de 2cc e (c) a subtração do valor obtido no acoplador daquele obtido na orelha real.

A RECD pode ser utilizada em diferentes estágios de um programa de intervenção^{3,4}:

-no processo de avaliação audiológica, para converter os limiares ou níveis mínimos de resposta obtidos com fone de inserção em uma escala de dB nível de pressão sonora (NPS), e;

-no processo de seleção e verificação do AASI: quando os valores individuais da RECD são combinados a um método de prescrição, é possível gerar alvos de ganho e saída do AASI, para um acoplador de 2 cc; além disso a RECD pode ser utilizada para predizer o NPS gerado em uma dada orelha, baseado no NPS medido em um acoplador de 2 cc.

Uma grande vantagem de utilizar a RECD como fator de correção, permitindo que a verificação do AASI seja no acoplador de 2 cc, é que será exigida menor cooperação do paciente - a presença do tubo sonda no conduto auditivo externo deverá ser tolerada apenas durante a medição do NPS em orelha real e não durante todo o processo de verificação do AASI⁵ - isto é particularmente importante no caso de bebês e crianças pequenas.

Equipamento necessário para mensuração

Para que estas medidas sejam realizadas faz-se necessário um equipamento de medidas com microfone sonda padrão que também tenha o módulo “test box” (módulo para avaliação das características eletroacústicas do AASI). Atualmente, todos os equipamentos de medidas de microfone sonda disponíveis no mercado apresentam um protocolo para obtenção da RECD.

Acoplador

A medida da RECD pode ser feita com o acoplador de 2 cc tipo HA-1 ou tipo HA-2 (utilizado para avaliar aparelhos retroauriculares), e geralmente este último é utilizado por reduzir a possibilidade de escape de energia de baixa frequência, além de levar em consideração os efeitos acústicos de acoplamento do molde auricular na medida⁵.

Transdutor

A RECD pode ser obtida com dois tipos de transdutores: o fone de inserção e o próprio AASI. O tipo de transdutor utilizado afeta a medida da RECD.

Alguns autores apresentaram a medida da RECD utilizando o fone de inserção como transdutor para fornecer o estímulo sonoro à orelha da criança e ao acoplador de 2cc^{3,6}. Este procedimento é bastante popular na prática clínica, pois à medida que o sinal é derivado do fone diretamente à orelha do indivíduo testado, são superados os problemas associados com as mudanças do azimute e movimentação do microfone de referência, que podem ocorrer quando procedimentos via campo livre são realizados em bebês e crianças pequenas⁷. A RECD pode ser realizada com a criança deitada, dormindo,

ou, então, acordada sentada em um cadeirão ou no colo da mãe.

Em muitos equipamentos um fone de inserção do tipo ER-3A é utilizado. O seu acoplamento à orelha da criança pode ser feito via oliva de espuma. Em outros casos, um conector é utilizado para acoplar o fone ao molde auricular personalizado. Além disso, outros equipamentos possuem um transdutor específico que pode ser acoplado diretamente ao molde auricular sem o auxílio do conector.

Quando o AASI é usado como transdutor é realizada a medida da pressão sonora fornecida pelo AASI na orelha do indivíduo, frente a um sinal de entrada emitido por um alto-falante. Posteriormente, o AASI é conectado ao acoplador de 2cc e o mesmo sinal de entrada é apresentado. A RECD é obtida subtraindo-se a resposta medida no acoplador daquela medida em orelha real⁸.

Estudos foram realizados comparando a RECD obtida com distintos transdutores ou com distintos acopladores (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo de estudos sobre a RECD obtida com diferentes transdutores

Autor	População	Principais medidas	Principais Resultados
Munro e Hatton (2000) ⁹	24 adultos (46 orelhas) com idades entre 22 a 30 anos	Comparação RECD obtida com fone ER-3A e com um AASI linear	RECD obtida com o fone ER3A e com o AASI foram semelhantes (diferenças não ultrapassaram 5 dB).
Munro e Salisbury (2002) ¹⁰	18 adultos (18 orelhas) com idades entre 22 a 36 anos	Comparação da RECD com dois fones de inserção (ER-3A e RE770) e três configurações de acoplamento: oliva com espuma, molde personalizado com tubo de 25 e 40 mm	Valores médios significativamente maiores da RECD obtida com o fone RE770 variando de 3 dB (oliva de espuma e molde com tubo de 25 mm) a 9 dB (molde com tubo de 40 mm).
Munro e Toal (2005) ⁵	18 adultos (18 orelhas) com idades entre 22 e 55 anos	Comparação da RECD obtida com fone ER-3A e dois acopladores (HA1 e HA2) e com dois AASIs com impedâncias distintas	RECD obtida com fone ER-3A difere da obtida com o AASI. Diferenças maiores obtidas com o acoplador HA-2 - magnitude de até 11 dB em algumas frequências.
Munro e Millward (2006) ⁷	20 adultos (20 orelhas) com idades entre 22 e 56 anos	Comparação da RECD obtida com fone ER-3A e dois acopladores (HA1 e HA2) e com quatro AASIs com impedâncias distintas	RECD obtida com fone ER-3A difere da obtida com os AASIs em até 5 dB, nas principais frequências audiométricas (HA-1 e HA-2). Nas frequências intermediárias a diferença chega a 10 dB (apenas para o HA-2)
Campos (2006) ¹¹	25 bebês (48 orelhas, exclusão de duas) com idades entre 3 a 24 meses	Comparação da RECD medida com fone de inserção e em campo livre com AASI	RECD medida com fone de inserção difere da obtida em campo livre. A diferença entre as medidas é menor para as frequências médias (1, 2 e 3KHz). Indicada a medida da RECD com fone de inserção

A predição do NPS em orelha real supõe que a RECD obtida com um transdutor (por exemplo, o fone de inserção) pode ser aplicada a uma medida em acoplador realizada com outro transdutor (por exemplo, o AASI). Alguns achados sugerem que a performance de um AASI estimada a partir da medida no acoplador e a RECD obtida com fone de inserção pode ser imprecisa. Como resultado, a equiparação da amplificação fornecida com um dado alvo prescrito pode não ser satisfatória^{5,10}.

Autores^{5,7} sugerem uma modificação no protocolo para obtenção da RECD, com a utilização do acoplador HA-1 e utilizando o AASI como transdutor. No entanto, os próprios autores admitem que estas modificações não sejam triviais e que seria necessário um maior número de estudos para analisar se os erros de medição encontrados nos estudos seriam aceitáveis na prática clínica.

Munro e Millward (2006)⁷ também apontam que os resultados dos estudos realizados com adultos não podem ser aplicados à população pediátrica e, dado que a impedância acústica gerada no conduto auditivo externo de crianças será maior do que a dos adultos, é possível que as discrepâncias observadas na RECD medida com fone de inserção e com o AASI como transdutor possam ser ainda maiores.

A literatura mostra que tanto o uso do AASI como o fone de inserção como transdutor trazem algumas imprecisões para o processo. No entanto, para aplicação em rotina clínica os protocolos de amplificação pediátrica convencionaram o uso do fone de inserção para medida da RECD, tendo em vista que este arranjo não sofre influência da movimentação da criança no ambiente de teste ou da localização do microfone de referência. Pelo exposto, deste ponto do artigo em diante serão descritas as características da RECD obtidas com o fone de inserção.

Acoplamento na orelha

Há duas formas de acoplar o transdutor (fone de inserção) na orelha da criança: com um molde auricular personalizado e com uma oliva - geralmente de espuma ou a própria oliva utilizada na imitanciometria.

Existem diferenças nas medidas da RECD de acordo com o método de acoplamento utilizado (molde auricular ou oliva) que podem ser explicadas pelas diferenças no volume de ar no conduto

auditivo externo, o grau de vedação acústica fornecido pelos dois métodos de acoplamento e o comprimento do tubo da oliva e do molde auricular⁹.

No caso de crianças maiores, os valores da RECD obtidos com a oliva são aproximadamente 5 dB maiores nas altas frequências do que aqueles obtidos com o molde auricular. No caso de bebês e crianças pequenas, esta diferença pode não aparecer em função do comprimento do tubo do molde auricular, nestes casos, ser semelhante ao comprimento do tubo da oliva¹².

Se a RECD será aplicada ao processo de prescrição ou verificação eletroacústica do AASI, é sugerido que seja realizada com o molde auricular personalizado, pois o uso da oliva pode resultar em uma adaptação menos precisa, visto que não replicam as condições em que as crianças utilizarão os AASIs¹³. Além disso, o uso do molde personalizado não ventilado favorece a medida mais precisa da RECD em baixas frequências¹⁴.

Deve ser ressaltado que se o molde auricular for do tipo “aberto” ou se apresentar ventilação, a RECD pode apresentar resultados negativos na região das frequências baixas¹⁵.

Profundidade de inserção do tubo sonda

Um ponto extremamente importante é a profundidade de inserção do tubo sonda no conduto auditivo da criança. A ponta do tubo sonda deve ser posicionada a 5 mm de distância da membrana timpânica, de forma a medir acuradamente a resposta das altas frequências¹⁶. Além disso, a ponta do tubo sonda deve estar posicionada de 3 a 5 mm além da abertura do molde auricular (ou oliva) a fim de evitar que as medidas sofram os efeitos da turbulência que ocorre na região da abertura do molde auricular.

Quando um som irradia de um tubo pequeno (abertura do molde) para um ducto maior (conduto auditivo), ondas radiais e longitudinais se desenvolvem nessa área de transição. A interação entre essas ondas pode causar variação de 5 a 12 dB no NPS, nas frequências entre 2 k e 8 kHz, caso o tubo sonda fique próximo a esta zona de turbulência^{17,18}.

Existem diversos procedimentos para a inserção do tubo sonda no meato acústico externo da população pediátrica. Tharpe et al. (2001)¹⁹ avaliaram em 22 bebês a confiabilidade de dois métodos de inserção do tubo sonda: “método da

profundidade de inserção constante”, que preconiza uma determinada profundidade de inserção a partir da incisura intertrágica, e o “método acústico”, que utiliza as ondas estacionárias como guia para o posicionamento. Ambos os métodos resultaram em RECD confiáveis, contudo, o método de “profundidade de inserção constante” consumiu menor tempo e evitou o contato do tubo sonda com a membrana timpânica, sendo mais recomendado.

As profundidades de inserção recomendadas a partir da incisura intertrágica são:

- Crianças: 20 a 25 mm³

- Bebês e crianças pequenas: 15 a 20 mm, dependendo da idade do bebê e do julgamento do profissional quanto ao tamanho do conduto auditivo externo²⁰.

De forma a facilitar o processo de medida da RECD, Bagatto et al. (2006)²¹ descreveram uma técnica modificada para inserção do tubo sonda. A viabilidade técnica desta técnica foi demonstrada em um estudo com 30 bebês (dois a seis meses de idade). O tubo sonda foi alinhado à oliva de espuma de modo que sua ponta ficasse de 3 a 5 mm além

da ponta desta oliva. O tubo sonda e a oliva foram fixados com o uso de filme plástico, formando o conjunto denominado “oliva/tubo sonda” que foi inserido no conduto auditivo da criança. A inserção simultânea do tubo sonda e da oliva provou-se como uma técnica prática e confiável para a obtenção da RECD em bebês, possibilitando menor manipulação da orelha da criança e assegurando que o tubo sonda fique na mesma posição durante toda a medição.

Esta técnica de fixação do tubo sonda também pode ser utilizada quando a RECD for medida com o molde auricular personalizado.

Análise da RECD

A RECD medida em um indivíduo que possua orelha externa e média normal deve apresentar valores positivos em todas as frequências. Há casos em que isto pode não ocorrer, devendo os motivos ser verificados. Conforme resume a Tabela 2.

Tabela 2 - Possíveis respostas da RECD obtidas

Autor	Valores do nível de pressão sonora medido na orelha	Indicativo	Resolução
Bagatto (2001) ¹⁶ ; Bagatto et al. (2002) ¹³	Valores negativos (até -10 dB) em frequência baixa (250 a 500 Hz)	Quebra de vedação da orelha	Reinsere o tubo sonda e o molde auricular, tentando diminuir quebra da vedação e repetir a medição
Bagatto (2001) ¹⁶ ; Bagatto et al. (2002) ¹³	Valores negativos (maiores do que -10 dB) em frequência baixa (250 a 500 Hz)	Possível perfuração ou uso de tubo de ventilação na membrana timpânica	
Bagatto (2001) ¹⁶ ; Bagatto et al. (2002) ¹³	Aumento dos valores em frequências baixa e médias	Possível aumento de massa e rigidez da orelha média (ex: presença de líquido)	
Dirks e Kindaid (1987) ¹⁷ ; Bagatto e Moodie (2007) ¹²	Valores medido na orelha nas frequências de 3k, 4k e 6k Hz estiverem pelo menos 3 dB abaixo do que o NPS medido em 2k Hz	Profundidade do tubo sonda inadequada ou tubo do molde auricular muito longo	Reinsere o tubo sonda e o molde auricular e repetir a medição. Verificar comprimento do tubo do molde

Variabilidade teste-reteste da RECD

Quando realizada por um profissional bem treinado, a RECD é uma medida confiável da acústica do conduto auditivo em bebês, crianças e adultos¹⁴.

A variabilidade teste reteste da RECD vem sendo estudada em adultos e crianças, conforme resume a Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo de estudos sobre variabilidade da RECD

Autor	População	Principais Resultados
Sinclair et al. 1996 ²⁰	10 adultos e 90 crianças de 0 a 7 anos	Diferenças teste-reteste médias menores que 2 dB
Tharpe et al. 2001 ¹⁹	22 neonatos acompanhados durante o primeiro ano de vida.	Diferenças teste-reteste de 1 dB (bebês de 0 a 6 meses) e de 4 dB (bebês de 7 a 12 meses).
Munro e Davis, 2003 ²²	16 adultos	Diferenças teste-reteste menores que 1 dB
Munro e Toal, 2005 ⁵	18 adultos	Diferenças teste-reteste menores que 1 dB
Bingham et al., 2009 ¹	14 bebês de 7 a 25 dias de idade	Diferenças teste-reteste da ordem de 2.03 dB

Variação da RECD entre as orelhas direita e esquerda

Apesar da medida da RECD ser um procedimento rápido, em alguns casos é difícil a obtenção da medida nas duas orelhas devido à cooperação limitada. Por isso, se torna importante decidir se, nesta situação, é melhor usar os valores preditos ou valores medidos em apenas uma orelha e extrapolado para a outra²³.

Tharpe et al (2001)¹⁹ realizaram a RECD em 22 bebês no primeiro ano de vida e calcularam o erro padrão da medida entre as orelhas direita e esquerda quando o método de profundidade de inserção constante foi utilizado. Menor variabilidade das medidas foi observada na região de frequências médias (entre 500 a 2000 Hz). Os autores concluem que em função de erros inerentes de medição torna-se muito difícil identificar diferenças reais entre a orelha direita e esquerda nas frequências médias, mesmo que estas existam.

Um estudo com 18 adultos mostrou que a média da diferença da RECD da orelha direita e esquerda, com condições anatomo-fisiológicas iguais, estava próxima de 0 dB com desvio padrão entre 1 e 3 dB²³.

Munro e Howlin (2010)²⁴ avaliaram a ocorrência de diferenças entre a orelha direita e esquerda nas medidas da RECD, obtidas com o próprio

molde, em 16 adultos (média de idade de 75 anos), 17 crianças em idade escolar (média de idade de 11,8 anos) e 11 crianças em idade pré-escolar (média de idade de 34 meses). Pacientes com molde mal adaptado ou com achados de timpanometria anormais em apenas uma orelha, foram excluídos do estudo. Cada RECD foi medida duas vezes de forma a analisar a variabilidade teste-reteste da medida. Os autores verificaram que para todos os grupos, as diferenças entre as orelhas foram menores do que 3 dB em 80 a 90% dos participantes nas frequências entre 750-3000 Hz. As diferenças entre as orelhas foram maiores no grupo de pré-escolares, no entanto, essas diferenças foram menores do que com o uso da RECD predita.

Como resultado destes estudos, é possível dizer que sempre que as condições anatômicas e funcionais da orelha externa e média forem iguais para as orelhas direita e esquerda, a RECD poderá ser medida em apenas uma orelha e extrapolada para ambas. Este procedimento é preferível ao uso dos valores preditos descritos na literatura.

Variação longitudinal da RECD

Admite-se que a RECD reflete as mudanças nas propriedades acústicas da orelha externa e média (por exemplo, volume e impedância) da criança que ocorrem ao longo do tempo. Desta forma,

uma questão que ocorre na prática clínica é a da frequência com que a RECD deve ser reavaliada.

Feigin et al. (1989)⁶ avaliaram um grupo de 31 crianças com idades até 5 anos e verificaram que a RECD obtida diminuía com o aumento da idade das crianças entre 0 e 12 meses, sendo isto significativo nas frequências entre 1000 e 3000 Hz.

Bagatto et al (2002)¹³ avaliaram a RECD de 392 crianças com idade entre um mês a 16 anos e observaram que a maior variação na RECD ocorreu nos primeiros 10 a 12 meses de vida. Estes resultados foram mais proeminentes nas frequências de 2000 a 4000 Hz e quando a RECD foi obtida com o molde auricular personalizado.

Bingham et al. (2009)¹ avaliaram 14 bebês com idades entre 7 e 25 dias, sendo realizadas medidas da imitância acústica e da RECD, em dois momentos, em um intervalo de um mês. Houve uma diminuição da ordem de 1 dB dos valores da RECD medidos no intervalo de um mês, sendo esta significativa para algumas frequências. Os valores da RECD obtidos no segundo momento de teste poderiam ser parcialmente preditos a partir da idade, valor da RECD inicial, admitância estática e volume equivalente da orelha externa. Os autores concluíram que no primeiro mês de vida dos bebês as mudanças da RECD não são maiores do que a própria variabilidade teste-reteste do procedimento e, deste modo, não seria necessário realizar medidas repetidas da RECD neste período.

Uso da RECD estimada

Bagatto et al (2002)¹³ avaliaram a RECD de crianças de 0 a 16 anos e verificaram que, para qualquer faixa etária, existe uma substancial variabilidade entre sujeitos. No caso de crianças com até seis meses esta variabilidade foi igual a 16 dB (500 Hz) e 14 dB (2000 Hz). Os autores realizaram medidas de regressão a fim de que fosse possível prever a RECD em função da idade e verificaram

que a RECD predita pode se distanciar da RECD medida com o fone de inserção (acoplamento com oliva ou molde auricular) em aproximadamente 10 dB. Estes achados reforçam a recomendação pela realização de medidas individuais da RECD.

No entanto, em alguns casos não é possível obter a RECD diretamente na criança em função de um conduto muito pequeno ou pela presença de cerume que não pode ser removido. Nestes casos específicos podem ser utilizados os valores estimados. O *software* DSL v5 possui uma tabela com valores estimados da RECD, medidos com molde auricular ou com a oliva, de acordo com a faixa etária¹⁴. Deve ser ressaltado, porém, que tais valores correspondem a uma média e não representam a acústica da orelha daquela criança em particular.

Exemplo de aplicação clínica da RECD

A aplicação clínica da RECD será demonstrada por meio de um estudo de caso de um bebê de oito meses de idade. Os dados da avaliação audiológica indicam perda auditiva neurossensorial. Os limiares auditivos estimados a partir dos limiares eletrofisiológicos obtidos nos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE), com estímulo tone burst, encontram-se na Tabela 4. Para estimar os limiares em 250 Hz foi extrapolado o valor obtido em 500 Hz.

Pelo fato de que as orelhas esquerda e direita do bebê apresentavam características anátomo-fisiológicas semelhantes foi realizada a medida da RECD apenas na orelha esquerda, com o molde auricular personalizado (tipo concha e material silicone), sendo os resultados dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Limiares auditivos estimados a partir dos limiares eletrofisiológicos obtidos nos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) e a medida da RECD da orelha esquerda

	Frequência (Hz)					
	250	500	1 k	2 k	4k	
OD	40	40	55	60	75	dB e NA
OE	40	40	55	50	65	dB e NA
RECD OE	15	17	15	11	9	dB

Os valores dos limiares estimados juntamente com a RECD foram inseridos no software de programação do fabricante e no software do equipamento de medidas com microfone sonda, tendo sido escolhido o método prescritivo DSL v5.025 para cálculo da prescrição da saída para sons de

entrada de intensidades fraca, média e forte. No equipamento das medidas com microfone sonda foi escolhido o acoplador de 2 cc como unidade para verificação. Como exemplo, estão dispostos os alvos gerados para a orelha esquerda (Figura 1).

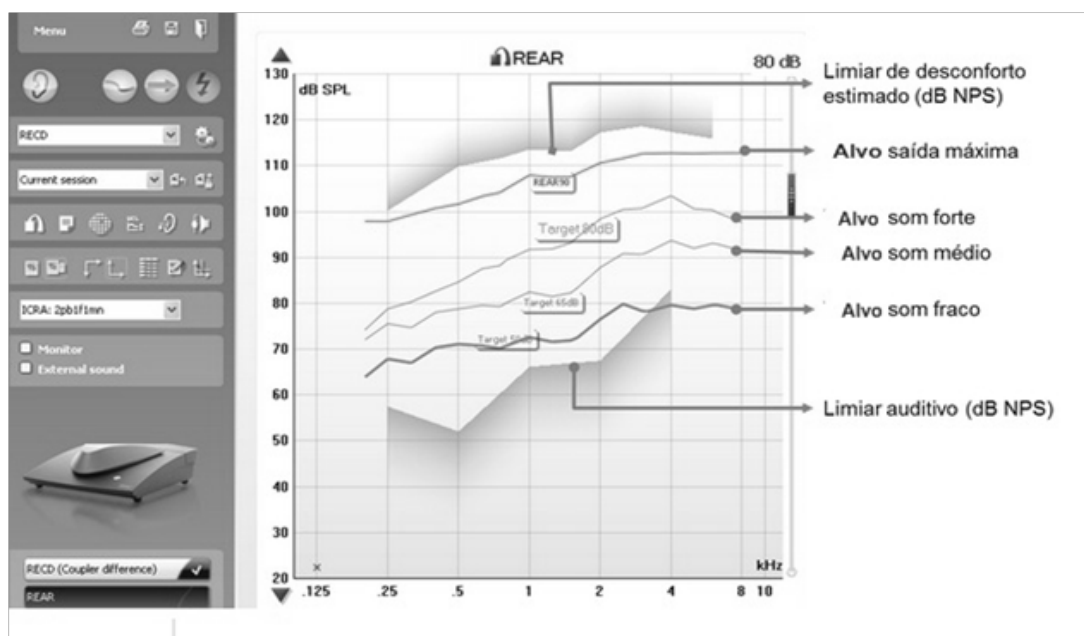


Figura 1 - Alvos gerados no equipamento Affinity (Interacoustics) para os sons de fala fracos (50 dB NPS), médios (65 dB NPS) e fortes (80 dB NPS) e para estímulos tonais (90 dB NPS)

Como a RECD foi utilizada como fator de correção, a presença da criança não é necessária no ambiente de teste para a etapa de verificação. O AASI, conectado à interface de programação e em comunicação com o software de programação do fabricante, é posicionado na câmara de teste e no acoplador de 2cc. Em seguida, inicia-se o processo de verificação sendo comparadas as respostas geradas pelo AASI aos alvos anteriormente

prescritos. Na Figura 2, a resposta obtida indica que é necessário aumentar manualmente a amplificação para sons de média intensidade a fim de que esta se equipare ao alvo prescrito pelo método DSL v.5.0. Para cada nível de entrada, sucessivas medidas são realizadas e o profissional ajusta manualmente os parâmetros de programação do AASI até que a equiparação com o alvo seja obtida (Figura 3).

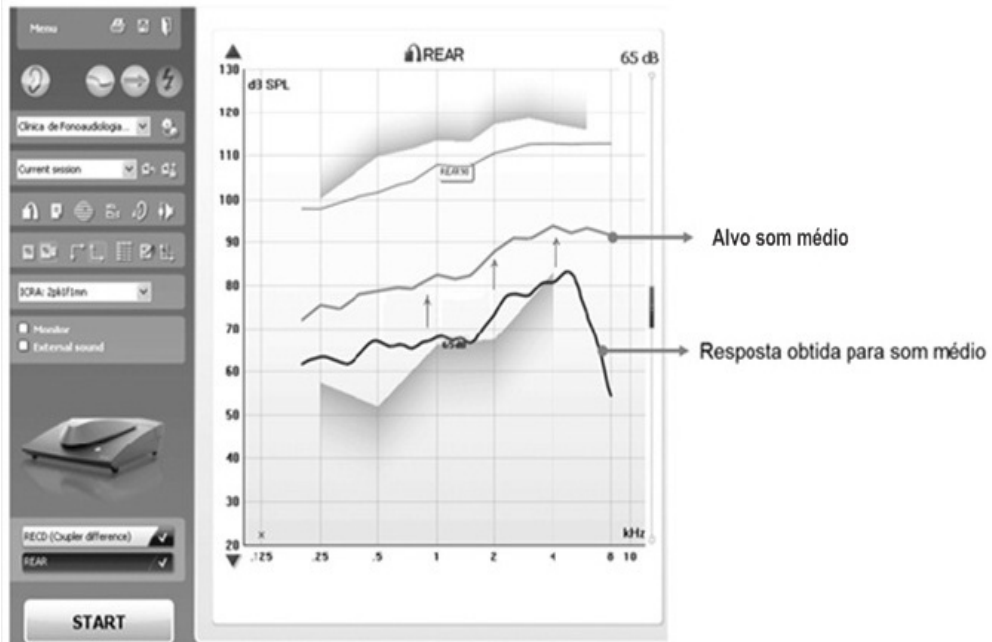


Figura 2 - Alvos gerados para os sons de fala fracos médios (65 dB NPS), indicando necessidade de aumento da amplificação fornecida para equiparação ao alvo

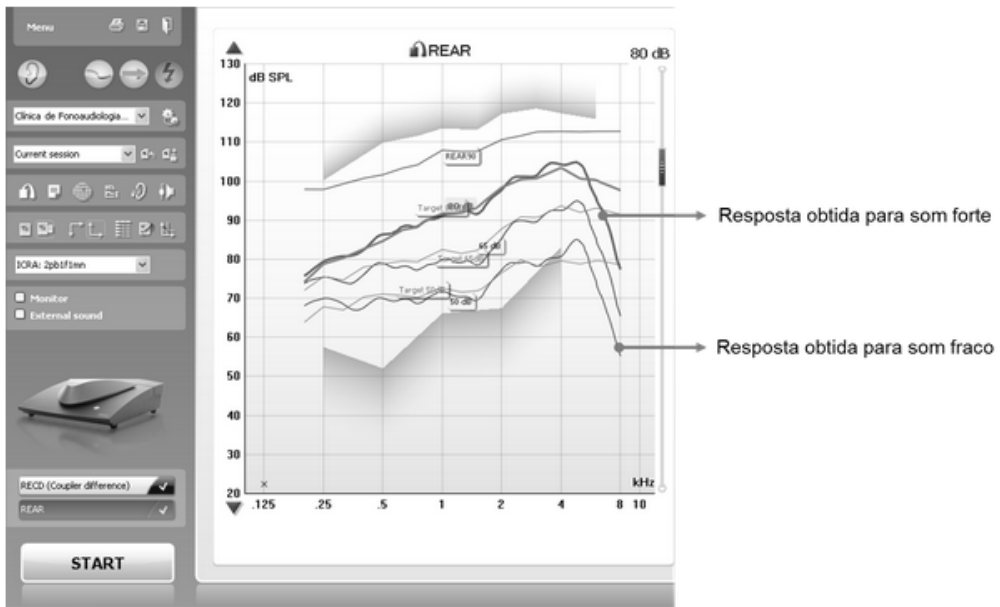


Figura 3 - Respostas para os sons de fala fracos (50 dB NPS), médios (65 dB NPS) e fortes (80 dB NPS) equiparadas aos alvos prescritos

Ressalta-se que por meio deste procedimento é possível a realização da medida da Resposta de Saturação para verificação da saída máxima (Figura 4) com maior segurança, já que, pelo fato

da medida não ser realizada na orelha da criança, não há risco de ser gerado um trauma acústico em função dos fortes níveis de pressão sonora que devem ser utilizados.



Figura 4 - Respostas para estímulo tonal (90 dB NPS) equiparadas ao de saída máxima prescrito

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Diferença entre a Orelha Real e o Acoplador de 2cc é dependente da impedância acústica do transdutor utilizado, do sistema de acoplamento (molde auricular ou oliva) e das cavidades avaliadas (acoplador e orelha)⁵.

Dadas condições anátomo-fisiológicas da orelha externa e média e sistema de acoplamento (oliva ou molde) iguais entre as orelhas direita e esquerda, a RECD pode ser obtida em apenas uma orelha e esse valor ser utilizado para ambas a fim de otimizar o tempo clínico. Embora seja uma medida objetiva, a interpretação da validade dos resultados da RECD é subjetiva, devendo o profissional estar devidamente treinado para tal. Recomenda-se que a RECD seja realizada com o fone de inserção e molde personalizado da criança, sendo a reavaliação feita a cada troca do molde auricular.

O uso da RECD como fator de correção permite a realização do processo de verificação eletroacústica do AASI utilizando o acoplador de 2 cc, tornando este procedimento mais prático para o clínico e seguro para a criança.

Referências Bibliográficas

1. Bingham K, Jenstad LM, Shahnaz N. Longitudinal changes in real-ear to coupler difference measurements in infants. *J Am Acad Audiol.* 2009;20(9):558-68.
2. American Academy of Audiology. *Pediatric amplification protocol*, Washington: AAA; 2003.
3. Moodie KS, Seewald RC, Sinclair ST. Procedure for predicting real-ear hearing aid performance in young children. *Am J Audiol.* 1994;3:23-71.
4. Seewald RC, Moodie S, Scollie S, Bagatto M. The DSL method for pediatric hearing instrument fitting historical perspective and current issues. *Trends Amplif.* 2005;9(4):145-57.

5. Munro KJ, Toal S. Measuring the real-ear to coupler difference transfer function with an insert earphone and a hearing instrument: are they the same? *Ear Hear.* 2005;26(1):27-34.
6. Feigin JA, Kopun JG, Stelmachowicz PG, Gorga MP. Probe-tube microphone measures of ear canal sound pressure levels in infants and children. *Ear Hear.* 1989;10:254-8.
7. Munro KJ, Millward KE. The influence of RECD transducer when deriving real-ear sound pressure level. *Ear Hear.* 2006;27(4):409-23.
8. Westwood GFS, Bamford JM. Probe-tube microphone measures with very young infants: real ear to coupler differences and longitudinal changes in real ear unaided response. *Ear Hear.* 1995;16(3):263-73.
9. Munro KJ, Hatton N. Customized acoustic transform functions and their accuracy at predicting real-ear hearing aid performance. *Ear Hear.* 2000;21(1):59-69.
10. Munro KJ, Salisbury VA. Is the real-ear-to-coupler difference independent of the measurement earphone? *Int. J. Audiol.* 2002;41:408-13.
11. Campos FMA. Amplificação sonora em bebês: mensuração da diferença individual entre a orelha e o acoplador de 2cc (RECD) [dissertação de mestrado]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2006.
12. Bagatto MP, Moodie ST. Learning the art to apply the science: common questions related to pediatric hearing instrument fitting. *Audiol OnLine* [periódico na internet], 2007; Oct. Disponível em: http://www.audiologyonline.com/articles/article_detail.asp?article_id=1886.
13. Bagatto MP, Scollie SD, Seewald RC, Moodie KS, Hoover BM. Real-ear-to-coupler difference predictions as a function of age for two coupling procedures. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(8):407-15.
14. Bagatto MP, Moodie S, Scollie S, Seewald RC, Pumford J, Liu Kpr. Clinical protocols for hearing instrument fitting in the desired sensation level method. *Trends Amplif.* 2005;9(4):199-226.
15. Hoover BM, Stelmachowicz PG, Lewis DE. Effect of ear mold fit on predicted real ear SPL using a real ear to coupler difference procedure. *Ear Hear.* 2000;21(4):310-7.
16. Bagatto MP. Optimizing your RECD measurements. *Hear J.* 2001;54(9):3-36.
17. Dirks DD, Kincaid GE. Basic acoustic considerations of ear canal probe measurements. *Ear Hear.* 1987 Oct; 8(5):60-7.
18. Dirks DD, Ahlstrom JB, Eisenberg LS. Effects of probe insertion depth on real ear measurements. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1994 Jan;110(1):64-74.
19. Tharpe AM, Sladen D, Huta HM, McKinley Rothpletz, A. Practical considerations of real-ear-to-coupler difference measures in infants. *Am J Audiol.* 2001;10(1):41-9.
20. Sinclair ST, Beauchaine KL, Moodie KS, Feigin JA, Seewald RC, Stelmachowicz PG. Repeatability of a real-ear-to-coupler difference measurement as a function of age. *Am J Audiol.* 1996 Nov; 5(3):52-6.
21. Bagatto MP, Seewald RC, Scollie SD, Tharpe AM. Evaluation of a probe-tube insertion technique for measuring the real-ear-to-coupler difference (RECD) in young infants. *J Am Acad Audiol.* 2006;17(8):573-81.
22. Munro K.J, Davis J. Deriving the real-ear SPL of audiometric data using the “coupler to dial difference” and the “real ear to coupler difference”. *Ear Hear.* 2003 Apr; 24(2):100-10.
23. Munro KJ, Buttfield LM. Comparison of real-ear-to-coupler difference values in the right and left ear of adults using three ear mould configurations. *Ear Hear.* 2005;26(3):290-8.
24. Munro KJ, Howlin EM. Comparison of real-ear to coupler difference values in the right and left ear of hearing aid users. *Ear Hear.* 2010 Feb;31(1):146-50.
25. Scollie S, Seewald R, Cornelisse L, Moodie S, Bagatto M, Laurnagaray D, Beaulac S, Pumford J. The Desired Sensation Level multistage input/output algorithm. *Trends Amplif.* 2005;9(4):159-97.

Recebido em outubro/12;

Aprovado em dezembro/2013

Autora responsável: Deborah Viviane Ferrari

E-mail: deborahferrari@usp.br