

# Atenuação interaural: estudo comparativo com dois tipos de transdutores

## *Interaural attenuation: comparative study with two types of transducers*

Juliana Maria Pires Ramos<sup>1</sup>, Renata Rufino Dabbur<sup>2</sup>, Daniela Gil<sup>3</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Comparar os valores da atenuação interaural em um grupo de indivíduos com anacusia unilateral utilizando os fones de inserção e os supraaurais. **Métodos:** Quinze indivíduos com anacusia unilateral foram submetidos à pesquisa do limiar de detecção de voz e à audiometria tonal liminar com os diferentes transdutores: fones TDH39 supraaurais e os fones de inserção ER-3A. Estes procedimentos foram realizados sem mascaramento contralateral. A subtração entre o limiar da melhor orelha e o limiar não mascarado da orelha anacusica forneceu o tamanho da atenuação interaural para as frequências de 250 a 8000 Hz e para os estímulos de fala. **Resultados:** Em todas as frequências e para os estímulos de fala, houve diferença significativa favorecendo o ER-3A. Não houve diferença significativa entre sexo e grupo etário. **Conclusão:** Os fones de inserção forneceram maior atenuação interaural quando comparados aos supraaurais. Esta maior atenuação pode ser muito útil na prática da audiologia, especialmente em relação ao uso do mascaramento.

**Descritores:** Audiometria; Deficiência auditiva; Mascaramento perceptivo; Transdutores/utilização

### INTRODUÇÃO

O sentido da audição tem grande importância por nos fornecer as bases perceptuais que estimulam a inteligência. Na prática da audiologia clínica, é possível medir quantitativamente a audição por meio da obtenção dos limiares auditivos, em decibels.

Tanto para a obtenção de limiares para tons puros como para estímulos de fala, são utilizados três tipos de fones auriculares: fones supra-aurais, circum-aurais e de inserção. Cada um desses transdutores apresenta vantagens e desvantagens, bem como aplicações clínicas específicas<sup>(1)</sup>.

Quando comparados aos supra-aurais, os fones de inserção produzem menos pressão sobre o pavilhão auricular e o crânio. Com eles, a área de vibração é menor, de forma que a perda de intensidade do sinal acústico por meio da vibração do crânio e do coxim do fone passa a ser maior para os estímulos apresentados por via aérea. Dessa forma, há um aumento da atenuação interaural, a qual corresponde à perda de energia que ocorre quando um som de intensidade suficientemente forte é apresentado a uma orelha e pode ser percebido pela orelha contralateral<sup>(2)</sup>.

O aumento da atenuação interaural proporcionado pelos fones de inserção é capaz de reduzir ou até eliminar a necessidade de mascaramento contralateral. Com o uso do mascaramento, é possível avaliar independente e precisamente cada orelha, ao aumentar o limiar de audibilidade pela presença de outro som (mascarador) com o objetivo da orelha não-testada não interferir nos resultados obtidos na orelha testada<sup>(3)</sup>.

Os fones de inserção apresentam vantagens como: maior aceitação por parte das crianças; melhor acoplamento ao molde de indivíduos com perda auditiva e obtenção dos limiares em dB NPS, o que facilita a seleção e adaptação de próteses auditivas<sup>(4)</sup>.

Ao reduzir os efeitos do ruído nas frequências abaixo de 2000 Hz, os fones de inserção ER-3A possibilitam maior atenuação do ruído externo e, praticamente, anulam a chance de colapamento do meato acústico externo (MAE)<sup>(5)</sup>. Este transdutor permite realizar audiometria em ambientes não isolados acusticamente.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil. Apresentado como tema livre no 22º Encontro Internacional de Audiologia, EIA, Natal (RN). 2007.

(1) Especialista em Audiologia Educacional pela Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo – ISCMSP – São Paulo (SP), Brasil; Fonoaudióloga da Prefeitura Municipal de São Sebastião (Litoral Norte) – São Sebastião (SP), Brasil.

(2) Aprimoramento em Audiologia e Otoneurologia pelo Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo – São Paulo (SP), Brasil; Fonoaudióloga clínica – São José dos Campos (SP), Brasil.

(3) Doutora, Professora Adjunto do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

**Endereço para correspondência:** Daniela Gil. R. José Maria Lisboa, 534/93, Jd. Paulista, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 01423-000. E-mail: danielagil@hotmail.com

**Recebido em:** 27/8/2008; **Aceito em:** 22/6/2009

Em estudo realizado no Brasil foi observado aumento significativo na atenuação interaural que os fones de inserção proporcionaram em anacusícos unilaterais, tanto para tom puro, quanto para estímulos de fala<sup>(6)</sup>.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo obter os valores da atenuação interaural em um grupo de indivíduos com anacusia unilateral e compará-los, utilizando dois tipos de transdutores: fones supra-aurais e fones de inserção, considerando as variáveis: sexo e idade.

## MÉTODOS

O projeto que deu origem a este estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) sob o número 1710/05. A população que participou desta pesquisa foi selecionada e avaliada no Ambulatório de Audiologia, da disciplina de Distúrbios da Audição da UNIFESP, a partir do diagnóstico de anacusia obtido por meio da realização prévia da avaliação audiológica básica, composta de: audiometria tonal liminar, logaudiometria (limiar de reconhecimento de fala – LRF, índice percentual de reconhecimento de fala – IPRF) e imitanciometria (timpanometria, compliância estática e pesquisa do limiar do reflexo acústico), de acordo com normas da literatura<sup>(7)</sup>.

Foram critérios de elegibilidade para inclusão na amostra:

- presença de anacusia unilateral (perda total de audição em uma das orelhas);
- ausência de comprometimento de orelhas externa e/ou média;
- audição normal ou perda auditiva neurosensorial de grau até leve na orelha oposta (média de 500, 1000 e 2000 Hz até 40 dB NA);
- ter até 65 anos;
- ausência de outros comprometimentos (alterações neurológicas, congênitas, síndromes genéticas etc).

A amostra deste estudo consistiu-se de 15 indivíduos, sendo oito do sexo feminino e sete do sexo masculino, com idades variando de nove a 64 anos (média = 38 anos), portadores de anacusia unilateral e com limiares de audibilidade normais na orelha contralateral. Apesar dos critérios de inclusão permitirem a avaliação de indivíduos com perda auditiva até de grau leve, todos os participantes apresentaram audição normal, ou seja, limiares de audibilidade melhores do que 25 dB NA, na orelha contralateral à anacusia. Para análise dos resultados, segundo a variável idade, os indivíduos foram divididos em dois grupos, considerando-se como grupo 1 os indivíduos com idade inferior à média de 38 anos e como grupo 2, aqueles com idade superior à mesma média.

Antes da avaliação, todos os indivíduos foram informados sobre os procedimentos a serem realizados e assinaram um termo de consentimento autorizando a sua participação.

De início, os participantes foram submetidos à inspeção visual do meato acústico externo para verificar se havia presença excessiva de cerume.

A avaliação audiológica (audiometria tonal e vocal) foi realizada em cabina acústica por meio do audiômetro da marca Interacoustics AC-33, calibrado de acordo com a norma ISO 8253-1 (1989), com os fones supra-aurais TDH-39 adaptados

no coxim MX-41 e, posteriormente, estes procedimentos foram repetidos, desta vez com os fones de inserção ER-3A, com impedância de 10 ohms. O audiômetro utilizado nesta pesquisa foi calibrado segundo as normas previstas para a utilização de fones supra-aurais. Sabe-se que a utilização de fatores de correção em algumas frequências em testes com o fone de inserção ER-3A, permite que ambos os transdutores sejam utilizados no mesmo equipamento<sup>(8-9)</sup>.

Os limiares de audibilidade foram previamente obtidos com os fones supra-aurais e depois, com os fones ER-3A. Para isso, a pesquisadora certificou-se da inserção profunda e adequada dos *plugs* e, para a comparação dos resultados, foram utilizados os fatores de correção propostos pelo fabricante<sup>(9-10)</sup>.

Os pacientes foram instruídos a levantar a mão todas as vezes que ouvissem o som de um apito (tom puro), ainda que fosse de fraca intensidade. O som foi apresentado num método decrescente de intensidade até que o limiar de audibilidade do paciente para o tom puro apresentado por via aérea fosse atingido. Foram avaliadas as frequências de 250; 500; 1000; 2000; 3000; 4000; 6000 e 8000 Hz em ambas as orelhas e com ambos os fones, havendo inclusive a pesquisa do limiar de detecção de voz (LDV) para a orelha anacusica, e LRF e IPRF na orelha com audição normal. Para a obtenção do LDV, os pacientes receberam a instrução de levantar a mão indicando terem ouvido a voz da avaliadora.

A orelha anacusica foi avaliada sem mascaramento contralateral e a orelha normal foi retestada. Sendo assim, determinou-se como atenuação interaural a diferença entre o limiar tonal da orelha não testada e o da orelha anacusica, sem mascaramento.

Por fim, os resultados foram comparados, considerando-se as variáveis: sexo e idade. Para análise estatística dos resultados foi utilizado o Teste Wilcoxon. O nível de significância considerado no presente estudo foi de 1% ou 0,001.

## RESULTADOS

Nesta parte, são apresentados os resultados da comparação da atenuação interaural obtida com os fones supra-aurais convencionais TDH-39 e com os fones de inserção ER-3A, em um grupo de 15 indivíduos com anacusia unilateral.

No Quadro 1, são apresentados valores de atenuação interaural, por frequência, obtidos com os fones TDH-39 supra-aurais convencionais e com os fones de inserção ER-3A, em 15 indivíduos com anacusia unilateral.

A partir do Quadro 1, observa-se que os fones de inserção apresentaram maiores valores absolutos de atenuação interaural em todas as frequências pesquisadas e, também, para os estímulos de fala, sugerindo que ao utilizar este transdutor, há necessidade de se considerar o aumento da atenuação interaural no cálculo da quantidade de mascaramento efetiva para evitar respostas da orelha não testada.

Na Tabela 1, são apresentados os valores de atenuação interaural médios nas frequências de 250 a 8000 Hz e estímulo de fala, segundo as variáveis: sexo e idade, obtidos com os fones supra-aurais TDH-39, em 15 indivíduos com anacusia unilateral.

**Quadro 1.** Valores de atenuação interaural, por frequência, obtidos com os fones TDH-39 (supra-aurais convencionais) e com o ER-3A (fones de inserção), em indivíduos com anacusia unilateral

Indivíduo	250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		3000 Hz		4000 Hz		6000 Hz		8000 Hz		Fala	
	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I	T	I
1	40	75	60	85	40	60	60	70	60	75	60	75	75	90	55	60	45	65
2	40	95	60	95	55	85	55	65	55	80	55	70	45	70	45	75	50	80
3	45	85	65	90	50	90	45	65	50	60	50	70	60	75	55	55	60	70
4	70	80	60	90	65	75	40	65	60	80	55	95	65	80	60	80	50	75
5	55	90	50	75	65	80	65	70	65	65	40	50	40	40	40	40	55	60
6	50	90	65	80	55	80	45	60	45	65	55	60	45	50	60	50	55	65
7	55	75	70	80	65	80	60	70	60	70	70	75	65	70	65	70	60	70
8	40	95	50	80	65	85	65	70	60	65	50	70	55	55	55	65	60	70
9	55	75	60	70	60	70	60	70	60	70	65	80	65	70	70	75	60	70
10	40	100	55	90	65	75	60	75	70	70	70	70	70	55	55	60	50	75
11	45	110	60	90	60	75	55	65	65	70	75	70	70	55	75	55	45	70
12	50	45	65	75	60	70	60	65	60	60	60	70	60	60	65	65	55	50
13	45	85	60	85	60	55	45	45	55	65	45	60	65	70	60	50	40	45
14	45	90	70	90	60	70	65	75	75	65	60	75	60	65	55	60	60	75
15	40	80	55	95	55	90	55	80	65	80	75	80	65	70	55	60	45	75

Legenda: T = fone TDH-39; I = fone ER-3<sup>a</sup>

Como pode ser observado, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes nos valores de atenuação interaural com os fones TDH-39, considerando-se as variáveis: sexo e idade.

Na Tabela 2, são apresentados os valores de atenuação interaural médios obtidos nas frequências de 250 a 8000 Hz e estímulo de fala, segundo as variáveis: sexo e idade, obtidos com os fones de inserção ER-3A, em 15 indivíduos com anacusia unilateral.

Verifica-se que para os fones de inserção ER-3A, houve diferença estatisticamente significativa em relação à variável sexo para a frequência de 6000 Hz, sendo que para o sexo feminino, observa-se maior atenuação interaural do que para o masculino. Já considerando a variável faixa etária, observou-se diferença estatisticamente significativa na frequência de 3000 Hz a favor do grupo etário mais jovem, o qual apresentou maior atenuação interaural.

Na Figura 1, são apresentados os valores de atenuação

**Tabela 1.** Valores de atenuação interaural médios nas frequências de 250 a 8000 Hz e estímulo de fala segundo as variáveis sexo e idade, obtidos com os fones supra-aurais TDH-39

Frequência	Sexo masculino	Sexo feminino	Grupo 1 (<38 anos)	Grupo 2 (>38 anos)
250 Hz	47,14	48,13	47,5	47,96
500 Hz	59,29	61,27	60	60,71
1000 Hz	60	57,5	57,5	60
2000 Hz	58,57	53,13	53,13	58,57
3000 Hz	60,71	60	57,5	63,57
4000 Hz	57,14	60,63	58,14	60
6000 Hz	54,29	65,63	60	60,71
8000 Hz	57,14	58,75	58,68	59,29
Fala	55	50,63	50,63	55

**Tabela 2.** Valores de atenuação interaural médios nas frequências de 250 a 8000 Hz e estímulo de fala segundo as variáveis: sexo e idade, obtidos com os fones de inserção ER-3A

Frequência	Sexo masculino	Sexo feminino	Grupo 1 (<38 anos)	Grupo 2 (>38 anos)
250 Hz	92,14	78,13	84,38	85
500 Hz	82,86	86,25	86,25	82,86
1000 Hz	77,86	74,38	76,25	75,71
2000 Hz	67,86	66,88	65,63	69,29
3000 Hz	68,57	70	72,5	65,71*
4000 Hz	67,86	74,38	73,13	69,29
6000 Hz	57,86	71,25*	69,38	60
8000 Hz	60	62,5	63,75	58,57
Fala	70	65,63	68,13	67,14

\* Valores estatisticamente significantes ( $p < 0,001$ )

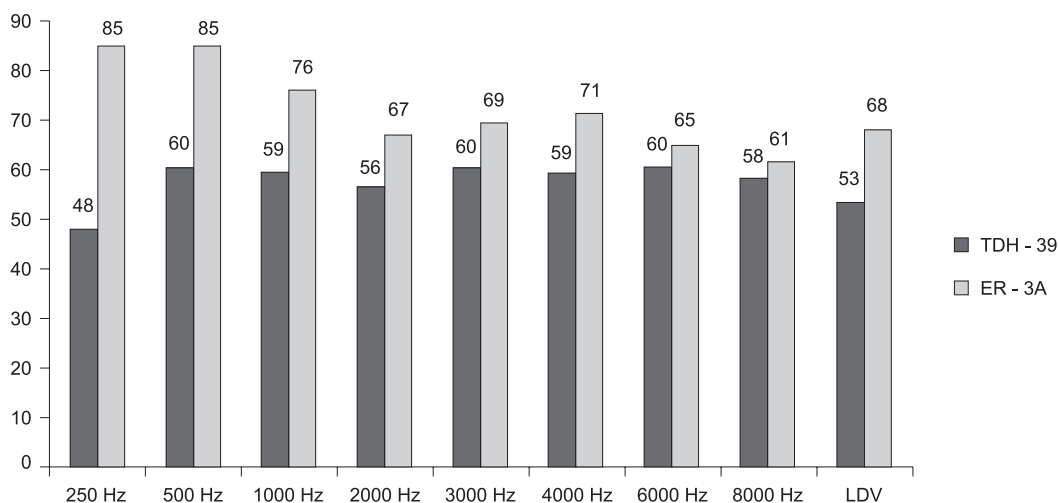
interaural, por frequência, obtidos por média simples de acordo com o tipo de transdutor.

Por esta figura, observa-se que a atenuação interaural com os fones de inserção foi de 3 a 37 dB maior do que a obtida com os fones supra-aurais, tanto para tons puros como para estímulos de fala.

## DISCUSSÃO

No Quadro 1, observa-se os valores de atenuação interaural, por frequência, obtidos com os fones TDH-39 supra-aurais convencionais e com os fones de inserção ER-3A. Nota-se que os fones de inserção proporcionaram valores de atenuação interaural maiores, quando comparados aos fones supra-aurais convencionais. Na literatura especializada, alguns autores corroboram os nossos achados<sup>(11-12)</sup>.

Nas Tabelas 1 e 2 e na Figura 1 são apresentados os valores



**Figura 1.** Valores de atenuação interaural, por frequência, obtidos por média simples de acordo com o tipo de transdutor. **Legenda:** LDV = limiar de detecção de voz

médios de atenuação interaural obtidos com os fones supra-aurais TDH-39 e com os fones de inserção ER-3A, segundo as variáveis: sexo e idade. A partir dos dados destas tabelas e figura, pode-se notar que com os fones de inserção foram obtidas atenuações interaurais maiores nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz e para fala ( $p < 0,001$ ).

Na literatura especializada, encontramos diversos autores que corroboram estes achados<sup>(3,6,9,11-16)</sup>.

Verificamos que o mínimo valor médio de atenuação interaural verificada com os fones supra-aurais foi de 47 dB, o que indica que a adoção do valor conservador de 40 dB para o emprego do mascaramento para estímulo apresentados por via aérea é adequado para a prática clínica.

Neste trabalho, durante a obtenção dos limiares de audibilidade por via aérea e o LDV de uma paciente sem o uso do mascaramento, pode-se observar valores baixos de atenuação interaural obtidos com o fone de inserção. Mediante comparação com demais valores de outros pacientes, a avaliadora entrou novamente na cabina para se certificar da inserção profunda do *plug*. Verificou-se que os *plugs* não estavam adequadamente adaptados ao meato acústico externo (MAE) da paciente, de forma que os valores de atenuação não estavam sendo suficientemente altos, como esperado. Em outra pesquisa, foram avaliados 30 indivíduos por cinco vezes com o fone ER-3A e outras cinco vezes com o TDH-49P. Como resultado, o autor verificou uma variabilidade na obtenção dos limiares auditivos, tanto pelo posicionamento dos fones supra-aural, quanto pela adaptação do fone de inserção no meato acústico externo. Estes resultados corroboram os achados do presente estudo<sup>(17)</sup>.

A possibilidade de adaptação incorreta do plugue ao MAE do paciente foi descrita por outros autores<sup>(18)</sup> e, nesse sentido, os resultados deste estudo vão ao encontro das vantagens do uso do fone de inserção descritas, dentre elas: o aumento na atenuação interaural é tanto maior quanto mais profunda for a inserção do plugue<sup>(16,19)</sup>.

Em relação à variável sexo, observamos em nosso estudo, diferença estatisticamente significativa na frequência de 6000 Hz a favor das mulheres. Na literatura especializada,

entretanto, poucos autores compararam valores de atenuação interaural obtidos com dois tipos de transdutores, considerando as variáveis: sexo e idade.

No Brasil, realizou-se um estudo que comparou os limiares de audibilidade obtidos com os fones supra-aurais convencionais e com os fones de inserção em grupo de 40 indivíduos audiológicamente normais, sendo 20 do sexo masculino e 20 do sexo feminino. As autoras concluíram que a utilização dos fones de inserção possibilitou obtenção de limiares de audibilidade melhores do que com os fones supra-aurais convencionais, com diferença estatisticamente significativa a favor do sexo feminino, corroborando com os achados do presente estudo<sup>(10)</sup>.

Em relação à faixa etária, houve diferença estatisticamente significativa na frequência de 3000 Hz a favor dos mais novos ( $p < 0,01$ ). Encontrou-se na literatura, um trabalho que envolveu a testagem dezoito indivíduos com idade entre 38 e 68 anos com anacusia unilateral. No entanto, nenhuma alusão foi feita à variável idade<sup>(3)</sup>.

A diferença de limiares de via aérea em diversas faixas etárias já foi tema de outros estudos, com o objetivo de comprovar mudanças audiológicas ao longo da vida. Sabe-se que a presbiacusia, a deficiência auditiva provocada pelo envelhecimento do sistema auditivo, é caracterizada pela perda auditiva neurosensorial com início nas frequências altas<sup>(20)</sup>. No entanto, a diferença observada neste estudo entre os grupos etários limitou-se a uma frequência, o que dificulta a sua correlação com a variável idade.

Ao observar-se a Figura 1, fica evidente a diferença entre os valores de atenuação interaural obtidos, favorecendo os fones de inserção em todas as frequências avaliadas e para estímulos de fala apresentados à viva voz de forma estatisticamente significativa. Além disso, verificou-se que, apesar de bastante variável (3 a 37 dB), o aumento da atenuação interaural proporcionada pelos fones de inserção foi maior para as frequências baixas e médias (250 a 2000 Hz) e para estímulos de fala. A maior atenuação nesta faixa de frequências pode ser de grande valia, especialmente diante de alterações condutivas bilaterais, nas quais a utilização do mascaramento pode ser tarefa bastante complexa.

Sendo assim, este estudo revelou dados importantes a respeito do uso dos fones de inserção na prática da audiologia clínica. Com o surgimento de novas técnicas diagnósticas, a audiometria tonal perdeu lugar nas pesquisas na área da audiologia, mas não se deve negligenciar a sua importância na elucidação dos distúrbios da audição. Este fato pode explicar a dificuldade em encontrar-se textos relacionados a este procedimento na literatura especializada. No entanto, apesar desta pesquisa ter sido realizada com um número reduzido de sujeitos, deve-se considerar que o aumento da atenuação interaural com o emprego dos fones de inserção pode ser uma alternativa valiosa; especialmente para os casos de dilemas do mascaramento, como se observa em pacientes com perda auditiva condutiva bilateral, nos quais muitas vezes não se consegue obter os limiares auditivos com fidedignidade.

Apesar de, no Brasil, os fones de inserção não serem utilizados de forma rotineira, a disponibilidade deste transdutor na prática clínica pode contribuir para avaliações audiológicas mais precisas, em casos específicos.

## CONCLUSÃO

A partir da análise da comparação dos limiares de audibilidade por via aérea e fala de 15 indivíduos com anacusia unilateral, obtidos com fones supra-aurais convencionais e com fones de inserção ER-3A, concluiu-se que os fones de inserção ER-3A fornecem maior atenuação interaural durante a obtenção de limiares de via aérea para tons puros e estímulos de fala, quando comparados aos fones TDH-39 supra-aurais convencionais.

## ABSTRACT

**Purpose:** To compare interaural attenuation values in a group of individuals with unilateral anacusis using supra-aural earphones and insert earphones. **Methods:** Fifteen subjects with complete unilateral deafness underwent pure-tone audiometry and determination of speech detection threshold with two different transducers: TDH-39 supra-aural earphones, and ER-3A insert earphone. These procedures were carried out without contralateral masking. Interaural attenuation effects for the frequencies ranging from 250 to 8000 Hz were obtained by subtracting the unmasked threshold of the deaf ear from the threshold obtained for the normal ear. **Results:** Interaural attenuation values were significantly greater when obtained with ER-3A earphones, for all frequencies and for speech stimuli. No differences were found between genders and age ranges. **Conclusion:** Insert earphones provided greater interaural attenuation than supra-aural earphones. This greater attenuation might be very useful for clinical audiology, especially for masking purposes.

**Keywords:** Audiometry; Hearing loss; Perceptual masking; Transducers/utilization

## REFERÊNCIAS

- Zwislocki J, Kruger B, Miller JD, Niemoeller AF, Shaw EA, Studebaker G. Earphones in audiometry. Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics. Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. National Research Council Working Group. *J Acoust Soc Am.* 1988;83(4):1688-9.
- Zwislocki J. Acoustic attenuation between the ears. *J Acoust Soc Am.* 1953; 25(4):752-9.
- Munro KJ, Agnew N. A comparison of inter-aural attenuation with the Etymotic ER-3A insert earphone and the Telephonics TDH-39 supra-aural earphone. *Br J Audiol.* 1999;33(4): 259-62.
- Lilly DJ, Purdy JK. On the routine use of tubeophone™ insert earphones. *Am J Audiol.* 1993;2:17-20.
- Berger EH, Killion MC. Comparison of noise attenuation of three audiometric earphones with additional data on masking near threshold. *J Acoust Soc Am.* 1989;86(4):1392-403.
- Gil D, Borges AC, Iorio MC. The use of insert earphones in three clinical populations. In: 13<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Academy of Audiology; 2001. Proceedings. San Diego (CA); 2001. p.118.
- Albernaz PM, Albernaz LG, Albernaz Filho PM. *Otorrinolaringologia prática.* 10a ed. São Paulo: Sarvier; 1981.
- Valente M, Potts LG, Valente M, Vass W, Goebel J. Intersubject variability of real-ear sound pressure level: conventional and insert earphones. *J Am Acad Audiol.* 1994;5(6):390-8.
- Wilber LA, Kruger B, Killion MC. Reference thresholds for the ER-3A insert earphone. *J Acoust Soc Am.* 1988; 83(2):669-76.
- Gil D, Borges AC. Fones de inserção: um estudo em indivíduos audiológicamente normais. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2001; 67(4 Pt 1):480-7.
- Van Campen LE, Sammeth CA, Peek BF. Interaural attenuation using etymotic ER-3A insert earphones in auditory brain stem response testing. *Ear Hear.* 1990; 11(1): 66-9.
- Frank T, Wright DC. Attenuation provided by four different audiometric earphone systems. *Ear Hear.* 1990;11(1):70-8.
- Sklare DA, Denenberg LJ. Interaural attenuation for tubeophone insert earphones. *Ear Hear.* 1987; 8(5):298-300.
- Blackwell KL, Oylar RF, Seyfried DN. A clinical comparison of Grason Stadler insert earphones and TDH-50P standard earphones. *Ear Hear.* 1990; 12(5): 361-2.
- Wright DC, Frank T. Attenuation values for supra-aural earphone for children and insert earphone for children and adults. *Ear Hear.* 1992;13(6): 454-9.
- Mueller HG; Hall III JW. Pure tone audiometry. Vol 1, Diagnostic audiology, principles, procedures and practices. In: Hall III JW, Mueller HG. *Audiologist's desk reference.* San Diego (CA): Singular Publishing; 1997. p. 78-112.
- Lindgren F. A comparison of the variability in thresholds measured with insert and conventional supra-aural earphones. *Scand Audiol.* 1990;19(1):19-23.
- Frank T, Vavrek MJ. Reference threshold levels for an ER-3A insert earphone. *J Am Acad Audiol.* 1992;3(1):51-9.
- Stach BA. *Clinical audiology: an introduction.* San Diego (CA): Singular Publishing; 1998. The audiologist's assessment tools: behavioral measures; p.193 - 256.
- Bess FH, Hedley-Williams A, Lichtenstein MJ. Avaliação audiológica dos idosos. In Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* Barueri (SP): Manole; 2001. p.343-69.