

Medidas de reflectância acústica na otosclerose: estudo de caso

Acoustic reflectance measurements in otosclerosis: case study

Letícia Cortez Neto¹, Bruna Carla Cibir¹, Renata Mota Mamede Carvalho¹, Seisse Gabriela Gandolfi Sanches¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar as medidas de reflectância em uma paciente com otosclerose. A paciente, do gênero feminino, 51 anos, apresentava queixa de hipoacusia bilateral e a hipótese diagnóstica de otosclerose. Foram realizados os seguintes testes de avaliação audiológica: imitanciometria, audiometria tonal, vocal e medidas de reflectância acústica, em ambas as orelhas. Por meio da análise dos resultados da reflectância acústica de banda larga, foi possível observar aumento na reflectância, característico de otosclerose, entre as frequências de 500 e 1500 Hz, e diferenciar a orelha esquerda e a orelha direita. As medidas de reflectância permitiram a obtenção de resultados detalhados por frequência que, em conjunto, possibilitaram a diferenciação entre as duas orelhas. O uso da reflectância de banda larga é sugerido para complementar o diagnóstico da otosclerose.

Descritores: Otosclerose; Orelha média; Testes de impedância acústica; Perda auditiva; Testes auditivos

ABSTRACT

This research aimed to analyze the reflectance measurements in a patient with otosclerosis. The patient, female, 51 years old; she complained of bilateral hearing loss and had a diagnosis hypothesis of otosclerosis. The following audiological tests were performed in both ears: tympanometry, pure-tone audiometry, and speech audiometry tests and acoustic reflectance measurements. Through acoustic wideband reflectance analysis, it was possible to observe an increase in reflectance, such as is seen in otosclerotic ears, between the frequencies of 500 Hz and 1500 Hz and to differentiate the left and right ear. Acoustic reflectance measurements have the potential to yield results that allow the differentiation between the two ears; thus, the use of the wideband acoustic reflectance is suggested as a part of the otosclerosis diagnostic procedure.

Keywords: Otosclerosis; Ear, middle; Acoustic impedance tests; Hearing loss; Hearing tests

Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Audição Humana, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: LCN coleta, análise dos resultados e redação do artigo; BCC interpretação dos resultados, redação e revisão do artigo; RMMC interpretação dos resultados, revisão final do artigo; SGG5 concepção e delineamento do estudo, análise e interpretação dos resultados, revisão final do artigo.

Endereço para correspondência: Seisse Gabriela Gandolfi Sanches. R. Cipotânea, 51, Cidade Universitária, Butantã, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-160. E-mail: seisse@usp.br

Recebido em: 29/5/2014; **Aceito em:** 23/7/2014

INTRODUÇÃO

Na propagação do som, a energia acústica emitida passa pelo meato acústico externo e pela orelha média, até que chega à cóclea, onde será absorvida pelo sistema. A orelha média funciona como um amplificador, aumentando a eficiência da transmissão do som, entre o ar de baixa impedância e os fluidos de alta impedância da cóclea. Entretanto, nem toda a energia emitida chega à cóclea. Quando ela atinge a orelha média, parte chega à cóclea e é absorvida pelo sistema e parte é refletida pela orelha média. Essa parte refletida pela orelha média é a chamada reflectância⁽¹⁾.

As medidas de reflectância acústica vêm sendo exploradas na última década e permitem quantificar a energia sonora refletida pela orelha média. A reflectância de banda larga (RBL) mede a função de transferência pela orelha média em uma ampla faixa de frequências e vem sendo usada como diagnóstico alternativo ou complementar à timpanometria⁽²⁻⁵⁾.

A reflectância é um número real entre 0 e 1 (ou 0 e 100%), onde 0 significa que toda a energia foi absorvida e 1 significa que toda a energia foi refletida de volta ao meato acústico externo.

A medida da transmitância é apresentada na unidade decibel (dB), quantifica a energia absorvida pela orelha média e é extraída dos valores de reflectância. A medida da transmitância facilita a interpretação da avaliação, pois seus valores em dB diminuem a variabilidade de resultados intersujeitos nas baixas e altas frequências, possibilitando melhor correlação com valores audiométricos⁽⁶⁾.

A otosclerose, ou otospongiose é uma doença autossômica dominante e progressiva, que atinge a orelha média. É predominante no gênero feminino e se manifesta entre a adolescência e a quarta década de vida, com mais frequência entre 20 e 30 anos de idade⁽⁷⁾. Na maioria dos casos, a doença se manifesta bilateralmente. Em pacientes com otosclerose, as medidas de reflectância podem identificar, de forma mais detalhada, a rigidez do sistema tímpano-ossicular, já que, na doença, ocorre a fixação da platina do estribo na janela oval, dificultando a transmissão de energia pela orelha média⁽³⁾.

A RBL, por avaliar uma ampla faixa de frequências, fornece resultados mais detalhados e específicos do sistema tímpano-ossicular. Por este motivo é uma ferramenta que possibilita o diagnóstico diferencial da otosclerose. Resultados da imitanciometria em pacientes com otosclerose revelam, em muitos casos, timpanometrias normais (tipo A). As condições de reflectância poderiam ser melhor estudadas em orelhas com otosclerose, de forma a auxiliar no diagnóstico diferencial da doença. Portanto, o objetivo deste estudo foi obter e analisar as medidas de reflectância de uma paciente com otosclerose.

APRESENTAÇÃO DO CASO CLÍNICO

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Análise de Projetos de

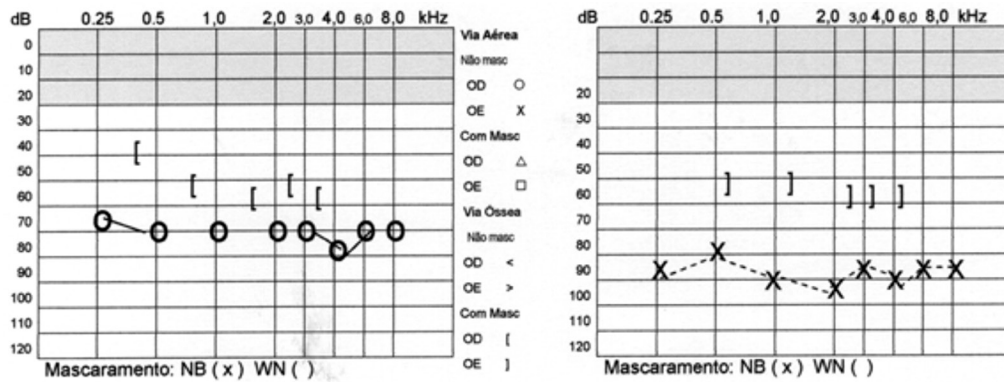
Pesquisa (CAPPesq) do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (USP) (protocolo nº 305/10). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado, possibilitando a participação neste estudo.

A paciente em questão tinha 51 anos de idade na data da avaliação, é do gênero feminino e foi diagnosticada com otosclerose cinco anos antes da avaliação apresentada neste estudo. Procurou o nosso setor com relato de piora na audição. De acordo com a entrevista inicial, suas principais queixas foram não compreender a conversa com outras pessoas e escutar muito baixo. Referiu notar a presença constante de um zumbido tonal agudo e um chiado grave nas duas orelhas. Queixou-se, também, sobre dificuldade para ouvir, mesmo no silêncio.

No histórico familiar não foi relatado nenhum outro caso de otosclerose. No entanto, várias pessoas da família materna da paciente desenvolveram perda auditiva e não se sabe o diagnóstico correto da doença otológica. De acordo com relatos, a irmã mais nova da paciente apresenta zumbido, mas sem perda auditiva.

Foi realizada a audiometria tonal via aérea e via óssea, nas frequências de 250 a 8000 Hz, em intervalos de oitavas, sendo também acrescentadas as frequências de 3000 e 6000 Hz (audiômetro GSI 61- Grason-Stadler®, fones TDH 50P) e logoaudiometria. A audiometria tonal via óssea foi realizada da seguinte forma: Primeiro, foi obtida uma via óssea livre, com o vibrador posicionado na orelha esquerda. Em seguida, foi feita a via óssea da orelha esquerda, com cerca de 20 a 25 dB NS de ruído de banda estreita, efetivo contralateral. Após esta etapa, o vibrador ósseo foi posicionado na mastoide direita e obtida a via óssea livre da orelha direita. Ao final, foram utilizados valores máximos do equipamento em mascaramento contralateral, não havendo mudança nos limiares obtidos sem a apresentação do ruído contralateral. O Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), nas duas orelhas, também foi obtido com mascaramento contralateral. As medidas de imitância acústica foram realizadas no Analisador de Orelha Média Interacoustics® AT 235H e constituídas por timpanometria com tom de sonda de 226 Hz e pesquisa de reflexos estapedianos ipsi e contralaterais.

As medidas de reflectância foram realizadas com o equipamento MEPA 3 (Middle Ear Power Analyzer, Mímosa Acoustics®, versão 3.3). Antes de cada sessão de teste de reflectância, foi feita a calibração da sonda, usando o conjunto de quatro cavidades (CC4-V). Foram realizadas duas medidas, utilizando-se o estímulo *chirp* e mais uma medida com tom puro, como estímulo. Os dados foram coletados com estímulo *chirp* em 248 frequências de 211 a 6000 Hz, com intervalos de 23 Hz, na intensidade de 60 dB NPS, com duração de 0,1 a 10 segundos por ponto. Para o estímulo tom puro, foi testada a reflectância com o estímulo apresentado a 60 dB NPS, pontualmente, nas seguintes frequências: 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 e 6000 Hz. As medidas de RBL consideradas para análise foram a energia de reflectância (%) e a transmitância (dB).



Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

Figura 1. Audiometria tonal da orelha direita e da orelha esquerda, respectivamente

De acordo com os procedimentos acima descritos, foram obtidos os seguintes resultados:

Na audiometria, foi observado que a paciente apresentou perda auditiva mista bilateral (Figura 1). No timpanograma, apresentou curva tipo A na orelha direita e curva tipo Ar na orelha esquerda, com pico de admitância rebaixado. Apresentou, também, ausência de reflexos acústicos ipsi e contralaterais, bilateralmente (Quadro 1). Em relação à logaudiometria, a paciente apresentou Limiar de Recepção de Fala compatível com a média das frequências de fala (70 dB na orelha direita e 90 dB na orelha esquerda) e um IPRF a 100 dB mais baixo na orelha esquerda (72%) do que na direita (100%).

Quadro 1. Resultados da imitanciometria em ambas as orelhas

Imitanciometria				
	Orelha direita	Orelha esquerda		
Meatoscopia	---	---		
Volume equivalente de MAE	1,2 ml	0,8 ml		
Pressão do pico	-6 daPa	-27 daPa		
Pico de admitância (Ymt)	0,3 ml	0,2 ml		
Pesquisa de Reflexos Acústicos				
Ipsi	Contra Af D/Ef E	Hz	Ipsi	Contra Af E/Ef D
↓	↓	500	↓	↓
		1000		
		2000		
		4000		
		BB		

Legenda: MAE = meato acústico externo; Ipsi = reflexos acústicos ipsilaterais; Contra Af D/Ef E = reflexos acústicos contralaterais aferência direita e eferência esquerda; Contra Af E/Ef D = reflexos acústicos contralaterais aferência esquerda e eferência direita

A partir dos resultados, observou-se que a transmitância, em geral, foi menor, o que significa que menos energia estava sendo transmitida nas frequências mais baixas (Quadro 2). Observou-se, também, energia de reflectância mais alta do que

o padrão de normalidade, nas frequências entre 500 e 1500 Hz, em ambas as orelhas, tanto para o estímulo *chirp*, como para o estímulo tom puro. A taxa de reflectância média geral foi alta em ambas as orelhas, sendo 70,59% na orelha direita e 78,50% na orelha esquerda, com diferença significativa (Figura 2). A energia de reflectância em frequências médias foi maior na orelha esquerda que na orelha direita, tanto para o estímulo tom puro, quanto para o *chirp* (Figuras 2 e 3). Foi realizado teste t-Student pareado para comparar a reflectância nas frequências de 1500 a 4000 Hz entre as orelhas direita e esquerda, havendo diferença ($p=0,011$), enquanto que nas frequências mais baixas (250 a 1000 Hz), não houve diferença ($p=0,083$).

Quadro 2. Resultados da transmitância estímulo com tom puro e chirp, em ambas as orelhas

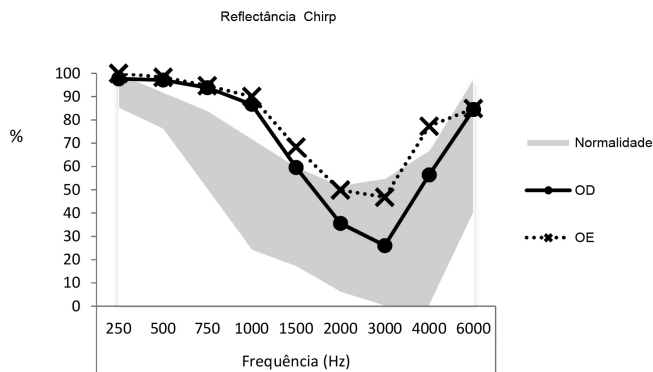
Frequência	Transmitância			
	Transmitância tom puro		Transmitância <i>chirp</i>	
	OE	OD	OE	OD
250	-35,21	-20,88	-28,73	-16,34
500	-17,38	-15,78	-17,73	-15,41
750	-12,30	-11,78	-12,74	-12,10
1000	-10,06	-9,02	-10,02	-8,76
1500	-5,16	-3,91	-5,00	-3,93
2000	-3,03	-1,89	-3,00	-1,91
3000	-2,73	-1,22	-2,74	-1,31
4000	-6,25	-3,28	-6,44	-3,60
6000	-7,31	-8,46	-8,20	-8,10

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

A otosclerose da paciente foi confirmada cirurgicamente, meses após a avaliação audiológica aqui apresentada.

DISCUSSÃO

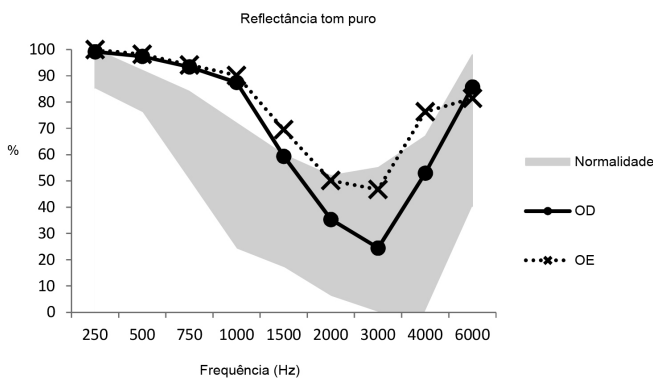
O interesse deste estudo foi examinar as medidas de reflectância em uma paciente com otosclerose. Na maioria dos casos, a otosclerose se manifesta bilateralmente, manifestando



Comparando-se a taxa média de reflectância (250 a 6000 Hz) entre a orelha direita e a esquerda, houve diferença ($p=0,021$)

Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

Figura 2. Resultados da reflectância com estímulo *chirp* em ambas as orelhas



Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

Figura 3. Resultados da reflectância com estímulo tom puro em ambas as orelhas

sintomas bem característicos. A otosclerose, também denominada otospongiose, apresenta fases características de evolução. No caso estudado, a audiometria indicou perda auditiva mista bilateral, o que não é típico de estágios iniciais da doença. A presença de um comprometimento sensorial indica fase já mais adiantada da doença.

Uma das vantagens de utilizar a RBL, em relação à timpanometria, é a não necessidade do uso de pressurização para a medida, com pouca variabilidade nas medidas repetidas, diferentemente da timpanometria. O posicionamento da sonda no meato acústico externo não é tão crucial para a medida quanto é para a timpanometria⁽⁸⁾. No entanto, uma boa colocação da sonda é importante para a obtenção de respostas mais confiáveis. A RBL também traz, como benefício, o fato de ser uma medida rápida e que abrange ampla gama de frequências, permitindo uma avaliação mais sensível de alterações de orelha média^(1-4,9).

No caso estudado, os resultados de RBL foram muito similares, independente do estímulo apresentado (*chirp* ou tom puro), mostrando alta consistência entre os resultados das avaliações, concordando com estudo anterior⁽¹⁰⁾. Um estudo⁽¹⁰⁾

realizado em neonatos não encontrou diferenças nas taxas de reflectância medidas com tom puro ou *chirp*. A alta consistência entre os resultados torna a RBL uma ferramenta confiável. O estímulo *chirp* parece mais apropriado, pois permite a obtenção de medidas, não só das frequências em intervalos de meia-oitava, como também de uma gama de outras frequências no mesmo espaço (a cada 23 Hz), e, em consequência, leva a um resultado mais detalhado.

A partir dos resultados apresentados, foi observado que, assim como na reflectância, a transmitância mostrou menor absorção dos sons, entre as frequências de 500 a 1500 Hz, indicando, portanto, um padrão de rigidez do sistema de orelha média. O resultado da transmitância concorda com relato prévio da literatura⁽²⁾.

Nos resultados da RBL, observou-se reflectância mais alta do que o padrão de normalidade⁽¹¹⁾, nas frequências entre 500 e 1500 Hz, em ambas as orelhas, compatível com resultados descritos anteriormente para otosclerose⁽¹⁻³⁾. Um estudo⁽³⁾ realizado com 28 pacientes diagnosticados com otosclerose evidenciou reflectância mais alta em frequências abaixo de 1000 Hz (em relação à faixa de normalidade), descrevendo um padrão típico para orelhas com otosclerose, que sugere rigidez do sistema. No estudo, os 28 pacientes apresentavam perda auditiva condutiva em frequências baixas, indicando comprometimento inicial da doença, diferente do caso estudado. O fato de o presente estudo encontrar diferenças também na região de frequências próximas a 1500 Hz (em relação ao padrão de normalidade) pode sugerir que, em estágios mais avançados de otosclerose, pode haver alteração não apenas na reflectância de regiões abaixo de 1000 Hz, como também de regiões entre 1000 e 1500 Hz.

Outro estudo⁽²⁾, com o objetivo de apresentar aplicações clínicas das medidas de reflectância e transmitância, descreveu os padrões de reflectância encontrados para diferentes doenças de orelha média. O caso de otosclerose bilateral apresentado pelos pesquisadores⁽²⁾ segue o mesmo padrão de reflectância do caso do presente estudo, com maior reflectância que o esperado para frequências entre 500 e 1500 Hz, muito diferente do padrão descrito em casos de otite média, perfuração de tímpano e disjunção de cadeia ossicular apresentados no estudo⁽²⁾. O que esses pesquisadores⁽²⁾ têm postulado, em relação a esta apresentação típica de otosclerose, é que a rigidez no ligamento anular do estribo, que ocorre nas orelhas com otosclerose, resulta em uma alta impedância do sistema para frequências abaixo de 2000 Hz, aumentando, assim, a taxa de energia refletida, para a faixa de frequências entre 500 e 1500 Hz, observada no presente estudo.

Muito embora a análise da reflectância seja feita pela visualização, frequência por frequência dos resultados, em comparação com o padrão de normalidade, optamos por gerar uma medida de taxa de reflectância média de cada orelha, considerando todas as frequências, com o objetivo de comparar uma orelha à outra, uma vez que ambas apresentaram RBL

típica de otosclerose. A taxa média de reflectância geral foi de 70,59% na orelha direita e 78,50% na orelha esquerda, com diferença entre as orelhas. No resultado da imitanciometria, a diferença entre as orelhas esquerda e direita foi muito pequena. Entretanto, ao observar o resultado da RBL, nota-se que a diferença entre as duas orelhas foi mais significativa do que a diferença observada na imitanciometria. A diferença entre as orelhas poderia revelar uma situação de maior rigidez na orelha esquerda, em comparação com a direita. Este resultado mostra a orelha, cuja impedância, possivelmente, estava sendo mais afetada pela doença, podendo auxiliar na escolha da orelha a ser submetida a procedimento cirúrgico. Por sua precisão e exatidão, a RBL permitiu a comparação dos resultados das duas orelhas entre si, alertando sobre diferenças encontradas. No entanto, faz-se necessária a realização de mais pesquisas para a compreensão do quanto a assimetria nas medidas de RBL entre as orelhas pode prever sobre a doença.

A RBL é aconselhada para acompanhamento pré e pós-cirúrgico, em casos de otosclerose. Estudo sugere que as mudanças nas medidas de RBL observadas nas condições pré e pós-cirúrgica poderiam ser uma ferramenta útil para monitorar o sucesso da cirurgia⁽¹²⁾.

A RBL surge como um procedimento alternativo, ou, até mesmo, complementar à imitanciometria, para a avaliação de orelha média. Os resultados deste estudo mostraram o detalhamento dessa ferramenta na avaliação do quanto a doença afeta a função da orelha média.

COMENTÁRIOS FINAIS

As medidas de RBL na paciente com otosclerose permitiram uma diferenciação entre as orelhas, em relação à absorção de sons pela orelha média. Sugere-se o uso de medidas de RBL no auxílio de diagnóstico mais detalhado de alterações de orelha média.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio pesquisa concedido (processo 2009/06450-2).

REFERÊNCIAS

1. Feeney MP, Grant IL, Maryyott LP. Wideband energy reflectance measurements in adults with middle-ear disorders. *J Speech Lang Hear Res.* 2003;46(4):901-11. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2003\)070](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2003)070)
2. Allen JB, Jeng PS, Levitt H. Evaluation of human middle ear function via an acoustic power assessment. *J Rehabil Res Dev.* 2005;42(4 Suppl 2):63-78.
3. Shahnaz N, Bork K, Polka L, Longridge N, Bell N, Westerberg BD. Energy reflectance and tympanometry in normal and otosclerotic ears. *Ear Hear.* 2009;30(2):219-33. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181976a14>
4. Beers AN, Shahnaz N, Westerberg BD, Kozak FK. Wideband reflectance in normal Caucasian and Chinese school-aged children and in children with otitis media with effusion. *Ear Hear.* 2010;31(2):221-33. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181c00eae>
5. Silva KAL, Urosas JG, Sanches SGG, Carvalho RMM. Reflectância de banda larga em recém-nascidos com presença de emissões otoacústicas evocadas por transiente. *CoDAS.* 2013;25(1):29-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-17822013000100006>
6. Merchant GR, Horton NJ, Voss SE. Normative reflectance and transmittance measurements on healthy newborn and 1-month-old infants. *Ear Hear.* 2010;31(6):746-54. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181e68e68>
7. Salomone R, Riskalla PE, Vicente AO, Boccacini MCC, Chaves AG, Lopes R et al. Otosclerose infantil: relato de caso e revisão de literatura. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008;74(2):303-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992008000200024>
8. Voss SE, Allen JB. Measurement of acoustic impedance and reflectance in the human ear canal. *J Acoust Soc Am.* 1994;95(1):372-84. <http://dx.doi.org/10.1121/1.408329>
9. Hunter LL, Bagger-Sjoberg D, Lundberg M. Wideband reflectance associated with otitis media in infants and children with cleft palate. *Int J Audiol.* 2008;47 Suppl 1:S57-61. <http://dx.doi.org/10.1080/14992020802294057>
10. Silva KAL. Reflectância de banda larga em recém-nascidos: uso combinado de procedimentos eletroacústicos [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2011.
11. Shahnaz N, Bork K. Wideband reflectance norms for Caucasian and Chinese young adults. *Ear Hear.* 2006;27(6):774-88.
12. Shahnaz N, Longridge N, Bell D. Wideband energy reflectance patterns in preoperative and post-operative otosclerotic ears. *Intern J Audiol.* 2009;48(5):240-7. <http://dx.doi.org/10.1080/14992020802635317>