



ARTIGO ORIGINAL

Positioning of earphones and variations in auditory thresholds^{☆,☆☆}

Bettina Poggi Almeida^a, Pedro de Lemos Menezes^{b,*}, Kelly Cristina Lira de Andrade^c, Cleide Fernandes Teixeira^d

^a Especialização em Fonoaudiologia do Trabalho, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Marechal Deodoro, AL, Brasil

^b Física Aplicada à Medicina e Biologia, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Marechal Deodoro, AL, Brasil

^c Saúde da Comunicação Humana, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

^d Saúde Coletiva, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

Recebido em 19 de junho de 2014; aceito em 4 de outubro de 2014

KEYWORDS

Pure-tone audiometry;
Auditory threshold;
Occupational health

Abstract

Introduction: One of the problems observed in pure-tone audiometry tonal has been the variation in test results of a same individual, particularly at frequencies of 4 kHz, 6 kHz and/or 8 kHz. Improper placement of headphones is one of the factors that can cause alterations in results.

Objective: To compare differences in auditory thresholds using earphones positioned by the examiner and by the worker.

Methods: Clinical and experimental study conducted in 2009, with 324 workers aged between 19 and 61 years, with a mean of 33.29 years and mean exposure time of 7.67 years. All subjects were familiar with audiometry procedures. Auditory thresholds were obtained at frequencies of 0.25-8 kHz, with earphones positioned by the examiners, and at frequencies of 4, 6 and 8 kHz, with earphones placed by workers in a comfortable position, following the examiner's instructions. The thresholds obtained in these two situations were compared.

Results: The three frequencies exhibited better responses with earphones placed by the workers themselves ($p < 0.001$). At a frequency of 8 kHz a greater difference was found ($p < 0.001$), with a mean of 13.89 dB and standard deviation of 6.07 dB.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.08.016>

* Como citar este artigo: Almeida BP, Menezes PL, de Andrade KCL, Teixeira CF. Positioning of earphones and variations in auditory thresholds. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:642-6.

** Instituição: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil. Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Marechal Deodoro, AL, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: pedrodelemosmenezes@gmail.com (P.L. Menezes).

PALAVRAS-CHAVE

Audiometria de tons puros;
Limiar auditivo;
Saúde do trabalhador

Conclusion: Earphone placement by the workers themselves under supervision of the examiner results in improved mean auditory thresholds at frequencies of 4, 6 and 8 kHz, the last one significantly higher than the other two.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY- license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

O posicionamento dos fones de ouvido e as variações dos limiares auditivos**Resumo**

Introdução: Um dos problemas observados na audiometria tonal é a variação nos resultados de testes de um mesmo indivíduo, sobretudo nas frequências de 4, 6 e/ou 8 kHz. A colocação indevida dos fones é um dos fatores que podem causar alterações nos resultados.

Objetivo: Comparar as diferenças nos limiares auditivos com os fones posicionados pelo examinador e pelo paciente.

Método: Estudo clínico e experimental realizado, em 2009, com 324 trabalhadores, com idade entre 19 e 61 anos, média de 29,33 anos e tempo médio de exposição ao ruído de 7,67 anos; todos familiarizados com os procedimentos da audiometria. Os limiares auditivos foram obtidos nas frequências de 0,25 a 8 kHz, com os fones colocados pelos examinadores; e nas frequências de 4, 6 e 8 kHz com os fones colocados pelos trabalhadores em posição de conforto, sob orientação do examinador. Os limiares obtidos nas duas situações foram comparados.

Resultados: As três frequências apresentaram melhores respostas com os fones colocados pelos próprios indivíduos ($p < 0,001$). Na frequência de 8 kHz foi encontrada a maior diferença ($p < 0,001$), com média de 13,89 dB e desvio padrão de 6,07 dB.

Conclusão: A colocação dos fones de ouvido pelos próprios trabalhadores, sob supervisão dos examinadores, resulta na melhora dos limiares auditivos médios nas frequências de 4, 6 e 8 kHz, sendo esta última significativamente maior que as demais.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

Introdução

Tendo em vista que a audiometria tonal depende diretamente da resposta do indivíduo, diversas variáveis devem ser controladas durante o processo, que deve ser conduzido sob critérios padronizados, como, por exemplo, cabine e equipamento devidamente calibrados, em conformidade com a Norma Reguladora nº 7 (NR7), anexo I, item II, alterada pelo Decreto nº 19, de 19 de abril de 1998, do Departamento de Saúde e Segurança do Trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.¹ Portanto, é indispensável que exista um intervalo entre tons, para que sejam evitados possíveis efeitos de uma alteração temporária no limiar, o que falsearia os resultados de audiogramas sequenciados que proporcionam dados sobre perda progressiva da audição ao longo do tempo.²

Um dos problemas tem sido a variação observada nos limiares auditivos tonais, nos resultados dos testes de um mesmo indivíduo, particularmente nas frequências de 4, 6 e/ou 8 kHz. É importante destacar que, desde 1965, diversos autores têm demonstrado que a instabilidade nos resultados dos testes audiométricos pode ser provocada não apenas por fatores intrínsecos ao indivíduo, mas também por aqueles relacionados à metodologia adotada.³⁻⁶

O posicionamento inadequado dos fones de ouvido pode causar alterações e erro nos resultados, em decorrência do desconforto e da conseqüente falta de atenção dos pacien-

tes. Além disso, o efeito desse mau posicionamento pode também interferir nas frequências agudas, se o fone supra-aural exerce pressão no pavilhão auricular.⁷ Outros fatores também podem afetar a validade e a confiabilidade do audiograma, como, por exemplo, equipamento descalibrado, local inadequado para realização do teste, posição do paciente durante o teste, instruções inadequadas, falsas respostas, efeito de aprendizagem etc.⁸

Ainda são poucos os estudos que demonstram a variação entre resultados de testes audiométricos em um mesmo indivíduo, sobretudo para frequências entre 4 e 8 kHz. Alguns estudos comparam variações nos limiares audiométricos entre gênero, idade, tempo de emprego e função ocupacional.⁹ Quando o exame tem por objetivo a monitoração da audição ocupacional, é importante que essa variabilidade seja minimizada mediante a obtenção de resultados precisos, evitando-se resultados com perda auditiva que não correspondam à realidade, assim como as conseqüências para o trabalhador e os custos derivados de lesões ocupacionais.

Para finalidades ocupacionais, o exame audiométrico sequenciado é utilizado como instrumento de vigilância epidemiológica, com o objetivo de detectar e monitorar alterações auditivas relacionadas ao trabalho, e sua metodologia deve incluir o controle de qualidade, para que a interferência das variáveis nos resultados de um mesmo indivíduo seja minimizada. As variações no limiar auditivo, observadas entre o

teste utilizado como referência e o teste sequencial, devem ser analisadas de acordo com o critério de deterioração auditiva estabelecido pelo Decreto nº 19 do Ministério do Trabalho. A esse respeito, a análise comparativa definida pelo decreto considera como sugestivo de início ou agravamento da perda auditiva induzida por ruído (PAIR) sempre que uma comparação entre os testes sequenciado e de referência demonstrar diferença entre os limiares auditivos médios, nas frequências de 3, 4 e/ou 6 kHz, iguais ou maiores do que 10 dB NA, ou uma deterioração superior a 15 dB NA.¹ Ainda de acordo com o decreto, esse é um indicador de que inexistente controle das condições adversas no ambiente e que, portanto, ações preventivas devem ser implementadas.

Nesse contexto, resultados diferentes em testes sequenciais comprometem a análise comparativa e podem indicar achados discrepantes que não permitem uma análise conclusiva ou a percepção de um início ou agravamento da perda auditiva, não compatível com a realidade, e que não reflete a eficácia do protetor auditivo. É importante enfatizar que o teste audiométrico é empregado com o intuito de preservar a saúde de trabalhadores expostos a ruído, sendo documento decisivo para a contratação de empregados ou em disputas judiciais envolvendo danos auditivos.

Desde 1974,¹⁰ o Departamento do Trabalho dos Estados Unidos (Avaliação da Segurança e Saúde Ocupacionais) vem enfatizando a importância de retestes audiométricos como forma de controlar possíveis erros na detecção dos limiares auditivos, sugerindo uma reavaliação imediata para que fiquem assegurados resultados confiáveis que não comprometam a eficácia da monitoração auditiva, e que também favoreçam as empresas usuárias de um sistema de controle da segurança e saúde baseado em padrões internacionais, como o OHSAS 18001.

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os limiares auditivos tonais obtidos por trabalhadores que posicionaram, eles próprios, os fones de ouvido de acordo com as instruções do audiologista, com os limiares obtidos quando os fones de ouvido foram colocados exclusivamente pelo profissional de saúde. Além disso, o estudo também objetivou a observação das variações nos limiares auditivos obtidos após uma segunda avaliação.

Método

Este é um estudo transversal realizado em duas instituições especializadas em audiologia ocupacional e prestadora de consultoria na área da saúde ocupacional na cidade do Recife, Brasil. A amostra foi composta por 324 trabalhadores (ambos os gêneros) provenientes de ampla variedade de áreas funcionais (*call centers*, impressão, transporte, alimentos, siderurgia, portos, segurança, motoristas, mobiliário, hidrelétrica, entre outros).

Para que não ocorresse viés de seleção, foram excluídos os indivíduos cujos audiogramas revelassem alterações auditivas condutivas ou mistas e/ou que apresentassem visível colapso do meato acústico externo (MAE). Consideramos os audiogramas como normais aqueles que registravam limiares auditivos ≤ 25 dB PA.¹ Ademais, foram selecionados trabalhadores inscritos em um programa de prevenção de perda da audição com mais de um audiograma realizado, cujos resultados exibiam variações na resposta.

Para que os limiares auditivos do grupo experimental fossem determinados, foi utilizada a técnica de redução em intervalos de 10 dB até que o indivíduo não mais respondesse ao som. A essa intensidade, foi então utilizada a técnica de aumento em intervalos de 05 dB até que o indivíduo pudesse novamente detectar o som. No teste, os participantes foram avaliados nas frequências entre 0,25 e 8 kHz, com um intervalo mínimo de repouso de 14 horas. Os mesmos critérios foram adotados no segundo teste, mas foram avaliadas apenas as frequências entre 4 e 8 kHz. Nos experimentos, utilizamos um audiômetro GSI-64 devidamente calibrado, com fones de ouvido TDH-50, juntamente com prévia inspeção do meato acústico externo e da membrana timpânica, com exclusão dos casos de bloqueio por cerume.

Os fones de ouvido foram posicionados alternadamente nos testes 1 e 2. Para o primeiro teste (teste 1) os fones de ouvido foram colocados pelo examinador, enquanto que, no teste 2, foram colocados pelo trabalhador, sob orientação do examinador. A ordem foi invertida para o trabalhador seguinte. Os resultados dos testes e retestes foram comparados quanto à intensidade em dB NA e frequência, antes e depois do reposicionamento dos fones de ouvido.

A ordem de apresentação das frequências, a escolha da orelha e a ordem de reteste foram aleatórias para cada indivíduo, para que o cansaço e o efeito de aprendizagem não interferissem nos resultados do estudo.

A análise dos dados foi realizada mediante a distribuição absoluta e percentual das medidas estatísticas descritivas; para variâncias desiguais, foi utilizado o teste *t* de Student. A hipótese de variâncias iguais foi desenvolvida com o uso do teste *F* de Levene. Finalmente, aplicamos o ANOVA às diferenças dos testes entre frequências e o teste de Tukey para comparações pareadas, com a finalidade de observar possíveis diferenças significativas entre as frequências estudadas. Foi estabelecido um nível de significância de $p < 0,05$; para os cálculos estatísticos, utilizamos o programa SPSS 21 (*Statistical Package for the Social Sciences*). O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética e registrado com o nº 199/09.

Resultados

Os participantes tinham idades entre 19 e 61 anos, com média de 33,29 anos com desvio padrão de 10,41. Em sua maioria (65,1%), os trabalhadores tinham completado o curso secundário. Em seguida à confirmação dos limiares auditivos, a análise da distribuição audiométrica revelou que 75% dos participantes exibiam limiar auditivo dentro da faixa de normalidade e 25% apresentavam alteração em pelo menos uma das frequências. A distribuição dos limiares auditivos por frequência, na comparação entre o primeiro e o segundo exame (independentemente de quem posicionou os fones de ouvido), demonstrou não haver diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,456$).

A distribuição dos limiares auditivos médios no grupo experimental entre testes e retestes, para as duas orelhas, mostrou-se melhor depois que os fones de ouvido foram reposicionados pelos próprios trabalhadores; a maior diferença em nível de intensidade foi observada para a frequência de 8 kHz, conforme ilustram as figuras 1 e 2.

O teste *t* de Student para amostras independentes foi aplicado aos resultados das duas orelhas; não foram demonstra-

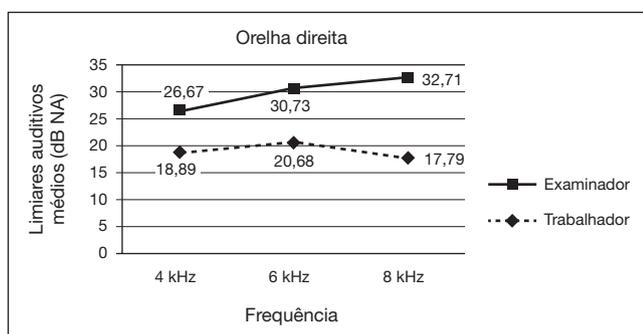


Figura 1 Distribuição dos limiares auditivos médios no grupo experimental entre testes e retestes na orelha direita.

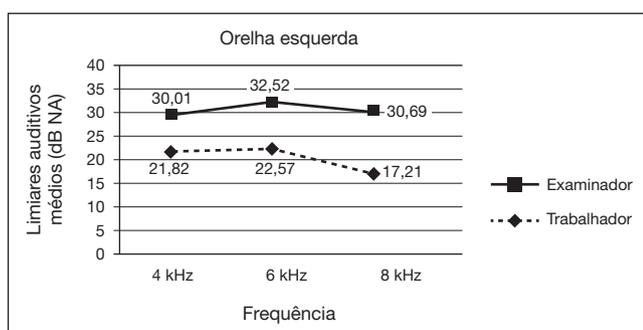


Figura 2 Distribuição dos limiares auditivos médios no grupo experimental entre testes e retestes na orelha esquerda.

das diferenças significativas ($p > 0,2$). Assim, os resultados foram obtidos por frequência, independentemente da orelha testada.

Finalmente, o teste t de Student para amostras pareadas, aplicado aos resultados obtidos com os fones de ouvido posicionados pelo examinador e colocados pelos próprios trabalhadores com orientação do examinador, demonstrou diferenças significativas para as três frequências estudadas ($p < 0,001$), conforme mostra a tabela 1.

O teste ANOVA revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas nas frequências, dependendo de quem colocou o fone de ouvido ($p < 0,001$). Mas o teste de Tukey *post-hoc* revelou diferenças significativamente maiores para 8 kHz vs. as duas outras frequências estudadas.

Discussão

O primeiro ponto a ser discutido é a escolha das frequências analisadas. Decidiu-se que seriam estudadas apenas as frequências de 4, 6 e 8 kHz, uma vez que exibem comprimentos de onda mais baixos, sendo, com isso, mais suscetíveis à interferência com o posicionamento dos fones de ouvido. Além disso, duas dessas frequências - 4 e 6 kHz - são muito importantes na determinação da perda da audição induzida pelo ruído, de acordo com as leis trabalhistas brasileiras (INSS/DAF/DSS nº 608, de 5 de agosto de 1998), cujo texto define que a perda auditiva predomina nas frequências de 6.000, 4.000 e/ou 3.000 Hz, progredindo lentamente nas frequências de 8.000, 2.000, 1.000, 500 e 250 Hz.¹¹

O fato de os trabalhadores estarem familiarizados com os procedimentos do teste anual de audiometria e apresentarem níveis educacionais elevados pode ter minimizado possíveis vieses de seleção da amostra. Além disso, a literatura contém muitos estudos que demonstraram não haver diferença entre limiares auditivos em testes e retestes quando as variáveis estão controladas por trabalhadores familiarizados, de quando diferentes fones de ouvido são posicionados pelo examinador.¹² Do mesmo modo, os resultados obtidos no presente estudo não exibiram diferenças estatisticamente significativas entre testes e retestes, independentemente de quem colocou os fones de ouvido.

O presente estudo procurou assegurar o conforto com os fones de ouvido, quando o dispositivo era colocado pelo próprio trabalhador - um determinante essencial para uma transmissão mais favorável dos sons em comprimentos de onda curtos, atenção intensificada e, em consequência, limiares auditivos melhores.⁴⁻⁶

A este respeito, as conclusões do presente estudo corroboram os achados obtidos em um estudo clínico que mostrou diferenças significativas nos testes e retestes audiológicos e também em frequências de 6 e 8 kHz,¹⁰ e em outros estudos que demonstraram colapso do meato acústico externo em decorrência do mau posicionamento do fone de ouvido.¹³⁻¹⁶

As diferenças observadas entre as duas formas de posicionamento dos fones de ouvido, nos dois diferentes testes, variaram entre 7,89 e 13,89 dB, confirmando resultados de estudos com as mesmas frequências, que detectaram diferenças entre 15 e 20 dB para sons agudos.^{17,18}

Tabela 1 Média e desvio padrão de audiogramas alterados e normais de indivíduos que colocaram os fones de ouvido

Frequências (kHz)	Limiar auditivo Média (dB) \pm DP
4 kHz	
Fones de ouvido colocados pelo examinador	28,42 \pm 4,10
fones de ouvido colocados pelos trabalhadores	20,52 \pm 4,97
Diferença	7,89 \pm 2,53
Valor de p	$p < 0,001$
6 kHz	
Fones de ouvido colocados pelo examinador	31,60 \pm 8,72
fones de ouvido colocados pelos trabalhadores	21,52 \pm 8,89
Diferença	10,07 \pm 5,30
Valor de p	$p < 0,001$
8 kHz	
Fones de ouvido colocados pelo examinador	31,39 \pm 7,87
Fones de ouvido colocados pelos trabalhadores	17,50 \pm 9,26
Diferença	13,89 \pm 6,07
Valor de p	$p < 0,001$

Finalmente, em relação às outras duas frequências estudadas, as diferenças na frequência de 8 kHz, que alcançou uma média de 13,89 dB, podem estar relacionadas a seu comprimento de onda mais curto, porque quanto mais alta a frequência, mais curto o comprimento de onda e maiores as interferências, devido ao colapso auricular ou ao mau posicionamento dos fones de ouvido.⁸

Em conformidade com o Decreto 19 do Ministério do Trabalho, deve-se levar em conta uma variação de 10 ou 15 dB ao comparar um teste de referência com um teste subsequente, visto que tal valor indica alteração significativa no limiar auditivo, refletindo o início ou a exacerbação da doença, isto é, tal achado nos permite inferir que o indivíduo testado está ficando enfermo. Assim, um falso resultado comprometeria o programa de prevenção estabelecido pelas empresas, que objetiva diminuir o número de acidentes, especialmente aqueles programas colocados em prática num sistema de controle da saúde e segurança no local de trabalho fundamentado em padrões internacionais, como o OHSAS 18001. Os padrões internacionais utilizam instrumentos para controle e melhora sistemática dos níveis de desempenho para a saúde e a segurança no trabalho.¹

Portanto, é preciso evitar resultados contraditórios entre testes sequenciais e de referência, pois tal situação pode levar a interpretações incorretas da saúde do trabalhador, da eficácia da PAIR e da ocorrência de acidentes, com todas as consequências que esses aspectos representam, tanto para o trabalhador como para a empresa.

Dito isso, o diagnóstico inadequado do perfil auditivo de trabalhadores, com aumento nos resultados epidemiológicos falso positivos, pode levar a uma superestimativa dos riscos à saúde enfrentados pelos trabalhadores, com resultante elevação no índice de acidentes na empresa. Segundo o INSS (Instituto Nacional de Seguro Social), a perda da audição relacionada ao trabalho representa uma ligação epidemiológica técnica, sugerindo que o grau de segurança no local de trabalho em uma empresa não é satisfatório, possivelmente aumentando as contribuições ao seguro social relacionadas ao risco ambiental.

Finalmente, diante das limitações do presente estudo, e considerando esse grupo específico de trabalhadores já familiarizado com o exame, e com alto nível educacional, é preciso que se tenha cautela ao generalizar os resultados obtidos para outros grupos.

Conclusão

A colocação dos fones de ouvido pelos trabalhadores, sob supervisão do examinador, resulta em melhores limiares auditivos médios nas frequências de 4, 6 e 8 kHz, e nessa última frequência, são significativamente mais altos que nas outras duas.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Portaria nº 19, de 09 de abril de 1998. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego; 1998. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEEB7F30751E6/p1998040919.pdf> [acessado em 17 de junho de 2014].
2. Oliva FC, Morata TC, Lacerda ABM, Steinmetz L, Bramatti L, Vivan AG, et al. Mudança significativa do limiar auditivo em trabalhadores expostos a diferentes níveis de ruído. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;16:260-5.
3. Amaral LKM, Ferreira FHV, Dias FAM. Utilização de uma manobra específica para evitar alterações dos limiares auditivos causadas pelo colapamento do meato acústico externo. *Rev CEFAC.* 2008;10:409-15.
4. Fletcher JL. Reliability of high-frequency thresholds. *J Aud Res.* 1965;5:133-7.
5. Northern JL, Downs MP, Rudmose W, Glogic A, Fletcher JL. Recommended high-frequency audiometry threshold level (8000-18000 Hz). *J Acoust Soc Am.* 1971;52:585-95.
6. Schechter MA, Fausti AS, Rappaport BZ, Frey RH. Age categorization of high-frequency auditory threshold data. *J Acoust Soc Am.* 1986;79:767-71.
7. Steffani JA, Gerges SNY, Januário AC. A influência da posição de colocação do fone na obtenção dos limiares auditivos. *Acta AWHO.* 2002;21:3-4.
8. Menezes PL, Cabral A, Morais LS, Rocha L, Passos V. Ressonância: um estudo da orelha externa. *Pró-fono.* 2004;16:333-40.
9. Santos JD, Ferreira MIDC. Variação dos limiares audiométricos em trabalhadores submetidos a ruído ocupacional. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2008;12:201-9.
10. Occupational Safety and Health Administration. Proposed requirements and procedures: OSHA, Fed Reg. 1974;39:37774-8.
11. Brasil. Instituto de Seguridade Social. Ordem de Serviço No 608 INSS/DSS Nº 329, de 05/8/1998. Norma técnica sobre a perda auditiva neurosensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora de origem ocupacional. *Diário Oficial da União,* 19 de agosto de 1998.
12. Stuart A, Stenstrom R, Tompkins C, Vandenhoff S. Test-retest variability in audiometric threshold with supraaural and insert earphones among children and adults. *Audiology.* 1991;30:82-90.
13. Campos CF, Cruz MS, Feniman MR. Colapamento do meato acústico externo: ocorrência em trabalhadores submetidos à avaliação audiológica e otorrinolaringológica no CEDAUVI - USP/Bauru. *J Bras Fonoaudiol.* 2004;18:1.
14. Chaiklin JB, McClellan ME. Audiometry management of collapsible ear canals. *Arch Otolaryngol.* 1971;93:397-407.
15. Toniosso S, Redondo MC, Lopes Filho O. Alterações dos limiares auditivos causados pelo colapamento de meato acústico externo. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2000;66:652-8.
16. Yonesaki CA. Influência do posicionamento dos fones na audiometria tonal [Dissertação]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2000.
17. Almeida EOC, Nishimori AY. Influência do posicionamento do fone na audiometria de alta frequência. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2006;72:691-8.
18. Almeida EOC, Silva MS, Moraes IF. Avaliação audiológica de altas frequências em indivíduos normais: mudança de posicionamento do fone de ouvido. *Acta ORL.* 2007;25:147-51.