

Incidence of tinnitus in mp3 player users

Incidência de zumbido em usuários de estéreos pessoais

Ricardo Rodrigues Figueiredo¹, Andreia Aparecida de Azevedo², Patrícia Mello de Oliveira³, Sandro Pereira Vasconcellos Amorim⁴, Artur Guedes Rios⁵, Vanderlei Baptista⁶

KEYWORDS:

audiometry,
hearing loss
noise-induced,
music,
otoacoustic emissions
spontaneous,
tinnitus.

Palavras-chave:

audiometria,
emissões otoacústicas
espontâneas,
música,
perda auditiva
provocada por ruído,
zumbido.

Abstract

Exposure to loud noise is one of the main causes of tinnitus. **Aim:** To analyze the incidence of tinnitus in mp3 player users and non-users. **Material and method:** One hundred subjects aged from 15 to 30 years were enrolled, 54 of them were regular mp3 player users and 46 were not. Patients with continuous tinnitus for at least 6 months completed the Tinnitus Handicap Inventory (THI) and were tested with high frequency audiometry and transient-evoked otoacoustic emissions (TAOE). **Study design:** A cross-sectional cohort study. **Results:** The incidence of tinnitus in non-users was about 8 %; in mp3 player users it was about 28 %, a statistically significant difference. Hearing thresholds at 8kHz were significantly higher in tinnitus patients that used mp3 portable players. TAOE were reduced at 2 kHz in the users group. No statistically significant difference was found in the THI scores between the two groups. **Conclusion:** Tinnitus was more frequent in teenagers and young adults who regularly listen to mp3 music in players. Moreover, the incidence of tinnitus among mp3 player users was associated with higher hearing thresholds at 8 kHz and lower TOAE at 2 kHz. Clinicaltrials.gov registration number: NCT 01187251

Resumo

Uma das principais causas de zumbido é a exposição a ruído. **Objetivo:** Comparar a incidência de zumbido entre usuários e não usuários de estéreos pessoais. **Material e Método:** Cem indivíduos entre 15 e 30 anos foram recrutados, 54 deles usuários regulares de estéreos pessoais e 46 não-usuários. Pacientes com zumbido preencheram a versão validada para o português brasileiro do Tinnitus Handicap Inventory (THI). Todos foram submetidos à audiometria de altas frequências (AAF) e otoemissões acústicas transientes (OEAT). **Desenho Científico:** Estudo de coorte contemporânea com corte transversal. **Resultados:** A incidência de zumbido entre os usuários de estéreos pessoais foi significativamente maior (aproximadamente 28% x 8%). Os limiares auditivos em 8 kHz foram maiores nos portadores de zumbido usuários dos referidos aparelhos. As OEAT apresentaram-se reduzidas na frequência de 2 kHz no grupo de usuários. Não houve diferenças significativas entre os escores do THI dos dois grupos. **Conclusões:** O zumbido é mais prevalente em adolescentes e adultos jovens que usam estéreos pessoais de forma regular. A incidência de zumbido entre os usuários foi acompanhada por limiares auditivos maiores em 8 kHz e por redução nas OEAT em 2 kHz. Clinicaltrials.gov registration number: NCT 01187251

¹ Mestre em Cirurgia Geral, Área de Concentração ORL pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Adjunto e Chefe do Serviço de ORL da Faculdade de Medicina de Valença, RJ.

² Médica otorrinolaringologista da OTOSUL, Otorrinolaringologia Sul-Fluminense.

³ Audiologista. Fonoaudióloga da OTOSUL, Otorrinolaringologia Sul-Fluminense.

⁴ Acadêmico do 6º ano da Faculdade de Medicina de Valença. Bolsista do Programa de Iniciação Científica da Faculdade de Medicina de Valença.

⁵ Acadêmico do 6º ano da Faculdade de Medicina de Valença. Bolsista do Programa de Iniciação Científica da Faculdade de Medicina de Valença.

⁶ Acadêmico do 6º ano da Faculdade de Medicina de Valença; Bolsista do Programa de Iniciação Científica da Faculdade de Medicina de Valença.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 23 de agosto de 2010. cod. 7287
Artigo aceito em 7 de setembro de 2010.

INTRODUÇÃO

A Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) é considerada por muitos autores como uma das principais causas de zumbido¹. A exposição contínua ao ruído, profissional ou não, pode resultar em lesões nas células ciliadas e nervo auditivo através de variados mecanismos², como, por exemplo, a excitotoxicidade do glutamato³. Embora alguns estudos recentes tenham sido focados na exposição recreativa à música, especialmente em adolescentes, a maioria dos artigos e diretrizes governamentais enfatizam a exposição profissional a ruído industrial⁴.

O sistema mp3 é o “codec” mais utilizado para compressão de arquivos de áudio, utilizando taxas variáveis de compressão (“bitrates”), que permitem réplicas que reproduzem de forma relativamente fidedigna o arquivo original⁵. O algoritmo para compressão do mp3 apresenta três etapas, a saber:

1 - Fragmentação do arquivo original em subunidades (“frames”) de tamanho uniforme.

2 - Quantização dos componentes do espectro e alocação eficiente.

3 - Compressão dos “frames” pelo do Sistema de Codificação de Huffman⁶

Há perda de informações do arquivo original na etapa 2, o que torna a qualidade sonora do arquivo mp3 inferior à do arquivo de áudio original. Modelos matemáticos aplicados pelo programa de codificação determinam as frequências mais significativas (mais perceptíveis para o Sistema Auditivo), reservando menos “bytes” para outras frequências. O efeito global é o de maior compressão sonora na região das frequências médias⁵.

Nesta última década, tem sido observado um aumento significativo na popularidade dos estereos pessoais. A facilidade no “download” de músicas a partir da internet vem permitindo o acesso a grandes quantidades de informação musical a custo ínfimo ou até mesmo zero, para o qual o formato de compactação do mp3 é extremamente adequado⁶. A qualidade dos aparelhos e fones de ouvido também aumentou, permitindo maiores níveis de volume com melhor correção de eventuais distorções, o que possibilita aos usuários ouvir música em altos volumes sem incomodar as pessoas ao redor. Muitos usuários ouvem música em ambientes ruidosos, como, por exemplo, o interior de veículos de transporte público, o que acaba por levar ao uso de volumes mais altos. Os fones do tipo “plug” são os preferidos⁷, uma vez que geram uma maior pressão sonora sobre a membrana timpânica. Entretanto, por não produzirem uma perfeita vedação do meato acústico externo, permitem a entrada de sons do meio externo, o que acaba por fazer com que o usuário aumente o volume.

Paralelamente, tem se verificado uma maior preocupação da comunidade científica e da sociedade com os

possíveis efeitos deletérios do uso intensivo dos estereos pessoais. Em estudo patrocinado pela American Speech Language Hearing Association (ASHA), 61% dos adolescentes possuíam tais aparelhos⁸, enquanto 51% dos estudantes de escolas secundárias americanas apresentavam sintomas de perda auditiva. Um achado interessante do mesmo estudo foi o fato de que a maioria dos estudantes prefere volumes altos, ao passo que os adultos tendem aos mais moderados. Em outro estudo, realizado na Holanda, os resultados foram similares, especialmente em adolescentes do sexo masculino⁹.

O método diagnóstico mais empregado para o diagnóstico e acompanhamento da PAINPSE é a audiometria tonal liminar, enquanto as emissões otoacústicas e audiometria de altas frequências podem ser úteis no diagnóstico precoce¹⁰.

Zumbido é a percepção pelo paciente de sons ou ruídos na ausência de uma fonte sonora exterior. Nos EUA, as estimativas são de 35 a 50 milhões de pessoas com zumbido, com significativo impacto em 5 a 20% dos casos¹¹. Embora a sua fisiopatologia não esteja ainda totalmente elucidada, a maioria dos pesquisadores acredita que o zumbido surja como resultado de alterações neuroplásticas nas vias auditivas periféricas e, principalmente, centrais, que podem seguir-se a lesões periféricas (deafereção)¹². Adicionalmente, causas de perda auditiva, tais como PAINPSE, doenças metabólicas, genéticas e vasculares são descritas como os principais fatores etiológicos do zumbido¹, que também é descrito como um dos principais e mais precoces sintomas da PAINPSE².

Até onde nos foi possível averiguar, o papel do uso constante dos estereos pessoais no aparecimento do zumbido não foi ainda estudado. O objetivo principal deste estudo é determinar se a incidência de zumbido em adolescentes e adultos jovens difere entre usuários e não-usuários de tais aparelhos e, adicionalmente, verificar se alterações nos limiares tonais, incluindo as altas frequências, e nas otoemissões.

PACIENTES E MÉTODO

Cem indivíduos com idade entre 15 e 30 anos estudantes, professores e funcionários de escolas secundárias foram convidados a participar do estudo entre junho de 2009 e março de 2010. Os critérios de exclusão foram zumbidos de origem muscular e vascular, patologia da articulação têmporo-mandibular associada, patologias das orelhas externa e média (excluindo rolha de cerúmen que, quando presente, foi removida), profissões e outras atividades com exposição regular ao ruído e zumbidos intermitentes e com tempo de duração inferior a 6 meses. O Grupo 1 foi definido como o dos usuários regulares de estereos pessoais (uso regular definido como mínimo de 1 hora diária de uso pelo período mínimo de 1 ano) e o Grupo 2 como o de não-usuários.

Após assinarem, pacientes ou responsáveis, o termo de consentimento livre e esclarecido, foram submetidos à anamnese dirigida, incluindo informações sobre profissão, horas diárias e tempo de uso do aparelho, hipoacusia, plenitude auricular, tonteiras, zumbido, doenças e medicações concomitantes, história familiar de problemas auditivos, tabagismo, uso de cafeína e álcool. Dados referentes ao zumbido incluíram tipo, lateralidade, periodicidade e duração.

Os seguintes testes foram realizados em cabine acusticamente isolada após 24 horas de abstinência de música e ruídos intensos.

- audiometria de altas frequências (AAF) (Amplaid A177 Plus, Italy)

- imitanciometria (Amplaid 750, Italy)

- otoemissões acústicas transientes (OEAT) (Oto-Read, Interacoustics, Denmark)

As OEAT foram realizadas com cliques não-lineares de 74dB NPS em bandas de meias-oitavas com frequências centrais em 0,7; 1; 1,4; 2; 2,8 e 4 kHz. A opção pelas OEAT deve-se ao fato de representarem bandas compostas por várias frequências, com maior intensidade em uma dada frequência, o que reproduz de forma mais aproximada os tons musicais compostos.

Os pacientes com zumbido preencheram também o Tinnitus Handicap Inventory (THI) em sua versão validada para o português brasileiro¹³.

Para a comparação entre variáveis quantitativas (numéricas) entre os dois grupos, foi aplicado o teste de Mann-Whitney e para a comparação entre variáveis qualitativas (categóricas) o teste de qui-quadrado (χ^2). Métodos não-paramétricos foram aplicados uma vez que, considerando a dispersão dos dados e distribuição assimétrica, as variáveis não apresentaram distribuição normal (Gaussiana). O nível de significância estabelecido foi o de 5% e a análise estatística utilizou um programa estatístico comercial (SAS® System, version 6.11, SAS Institute, Inc., Cary, NC).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra as características da amostra em ambos os grupos e a incidência de zumbido é mostrada no gráfico da Figura 1. Nota-se a maior incidência de sintomas relacionados à orelha interna, zumbido inclusive, no Grupo 1. Verifica-se também que os escores do THI são similares nos 2 grupos ($p=0,99$). Na Tabela 2, observamos que a incidência de zumbido não apresenta relação com os fatores tempo de uso, tanto em horas diárias quanto em anos.

No gráfico da Figura 2, observa-se os limiares tonais até 16 kHz em ambos os grupos, verificando-se limiares maiores para as frequências de 14 e 16 kHz no Grupo 2.

Na análise em separado dos pacientes com e sem zumbido do Grupo 1, os limiares para 8 kHz foram maiores nas orelhas com zumbido dos pacientes do grupo 1 ($p=0,025$).

O gráfico da Figura 3 mostra as OEAT em ambos os grupos. Verifica-se redução nas OEAT na frequência de 2 kHz no Grupo 1 em relação ao Grupo 2.

DISCUSSÃO

Nos últimos anos, uma maior preocupação em relação aos efeitos do ruído e música em altos volumes tem se verificado na sociedade em geral¹⁴. Embora o objetivo primário deste estudo não fosse analisar este ponto, a diferença de faixas etárias ($p<0,001$) entre os dois grupos corrobora este fato, sugerindo uma maior preocupação quanto ao uso de estéereos pessoais nos adultos em relação aos adolescentes. Adicionalmente, outros estudos sugerem não haver preocupações entre os adolescentes com relação ao volume utilizado^{7,9}. O presente estudo não conseguiu estabelecer uma relação direta entre o número de horas diárias de uso/tempo de uso em anos e a incidência de zumbido, não sendo, entretanto, analisado o volume utilizado. Além disso, sabe-se que a gravidade da PAINPSE apresenta variabilidade individual entre indivíduos expostos aos mesmos níveis de ruído².

Os dados deste estudo estão em concordância com outros estudos com relação ao fato de que a perda auditiva em adolescentes e adultos jovens usuários de estéereos pessoais não é clinicamente significativa, não sendo verificadas alterações nos limiares das frequências habitualmente afetadas na PAINPSE (3,4, e 6 kHz)¹⁴. Embora alguns estudos descrevam os efeitos de música em altos volumes, a maioria deles foi realizada em músicos ou "disk-jockeys"¹⁵. Um estudo realizado na Coreia do Sul relatou maiores limiares em 4 kHz em adolescentes que utilizavam estéereos pessoais por mais de 5 anos e/ou mais de 15 horas por dia¹⁶, parâmetros significativamente maiores do que os deste estudo. Entretanto, mesmo no estudo coreano, os limiares se encontravam, ainda, na faixa da normalidade, inferiores a 25 dB NA. O achado de limiares maiores nas frequências de 14 e 16 kHz no Grupo 2 provavelmente reflete a faixa etária mais elevada encontrada neste grupo, uma vez que foi previamente descrito que a audição em altas frequências tende a deteriorar-se a partir da adolescência¹⁷.

De acordo com os resultados, a redução das OEAT em 2 kHz nos usuários de estéereos pessoais pode representar uma lesão coclear em estágios iniciais, precedendo a alteração dos limiares tonais. Alguns estudos descrevem a redução inicial das otoemissões acústicas como cocleopatia subclínica¹⁸, que pode preceder em alguns anos a alteração dos limiares tonais, caso persista a exposição ao ruído. Bhagat & Davis, em 2008, compararam as otoemissões acústicas por produtos de distorção em adultos com audição normal, encontrando níveis significativamente

Tabela 1. Análise das variáveis clínicas segundo o uso de estéreo pessoal.

Variável	Grupo 1 (usa estéreo pessoal) (n = 54)		Grupo 2 (Não usa estéreo pessoal) (n = 46)		p valor
	n	%	n	%	
Sexo masculino	22	40,7	24	52,2	0,25
Hipoacusia	18	33,3	3	6,5	0,001
Zumbido	14	25,9	4	8,7	0,025
Plenitude	13	24,1	4	8,7	0,041
Tonteiras	16	29,6	6	13,0	0,046
Outras doenças	6	11,1	5	10,9	0,96
História Familiar de surdez	12	22,2	7	15,2	0,37
Tabagismo	2	3,7	2	4,4	pc
Uso abusivo de cafeína	23	42,6	13	28,3	0,13
Álcool	8	14,8	10	21,74	0,36
Idade (anos)	17,5 ± 2,2		21,3 ± 4,7		< 0,001
THI (pontos)	15,4 ± 11,9 (12)		16,0 ± 13,8 (12)		0,99

Idade expressa em média ± desvio padrão. Comparação pelo teste *t* de Student.

THI expresso em média ± desvio padrão (mediana). Comparação pelo teste de Mann-Whitney, com 14 pacientes no grupo 1 e 4 pacientes no grupo 2.

pc: poucos casos < 5 pacientes tabagistas.

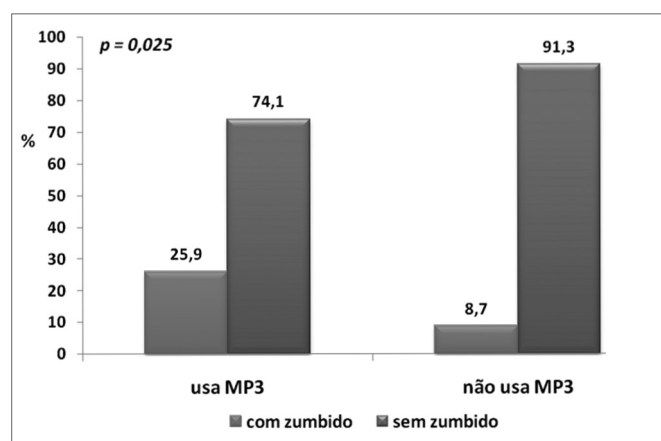


Figura 1. Gráfico representando a incidência de zumbido nos 2 grupos.

menores após exposição à música com o uso do estéreo pessoal¹⁹. Considerando tais fatos, sendo a PAINPSE irreversível, mas passível de prevenção, as otoemissões

podem ser de grande utilidade na detecção precoce das alterações cocleares associadas ao ruído, desde que sejam associadas a ações de alerta às crianças e aos pais, como sugerido por outros estudos⁸. Por outro lado, de acordo com a literatura, as frequências mais acometidas pela PAINPSE são as de 4,6 e 8 kHz², distintas da faixa de frequência acometida (em torno de 2 kHz) encontrada neste estudo. É possível que essa faixa de frequências corresponda às bandas de frequências de maior pressão sonora dos arquivos de mp3⁵. Além disso, alguns estudos encontraram, por motivos ainda não elucidados, redução nas amplitudes das otoemissões em 2 kHz em pacientes com zumbido expostos a ruído, sugerindo envolvimento de outros fatores, ainda desconhecidos, no aparecimento de zumbido em pacientes expostos a ruído²⁰. Neste estudo, as OEAT foram escolhidas por representarem respostas da orelha a bandas de frequência, mais similares, portanto, aos sons musicais do que tons puros ou mesmo produtos de distorção. Outros estudos utilizaram satisfatoriamente as OEAT para avaliação da audição em pessoas expostas a ruído²¹.

Tabela 2. Análise das variáveis dos padrões de uso de estéreo pessoal, de acordo com o zumbido.

Variável	zumbido	n	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	p valor
Horas diárias de uso	sim	14	2,50	1,34	2	1	6	0,48
	não	40	3,05	2,58	2	1	14	
Tempo de uso (anos)	sim	14	3,00	1,80	2,5	1	7	0,51
	não	40	2,63	1,51	2	1	5	

DP: Desvio Padrão

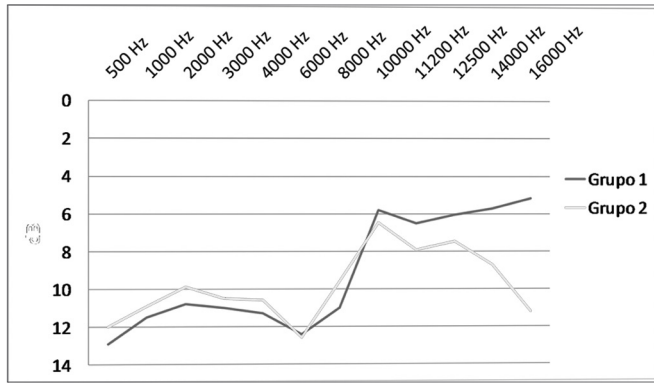


Figura 2. Gráfico representando a média dos limiares auditivos (dB NA x Hz) para ambos os Grupos.

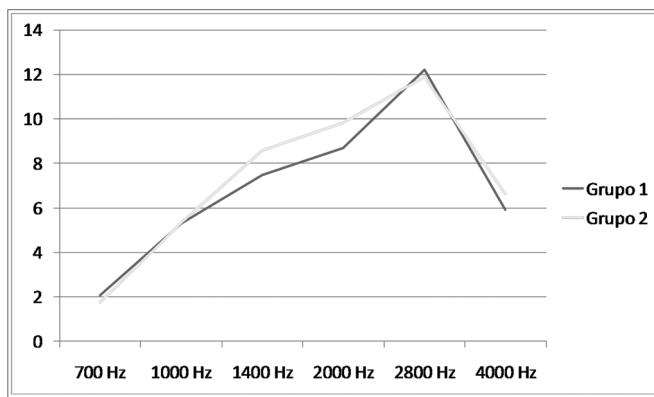


Figura 3. Gráfico representando as OEAT (dB NPS x Hz) para ambos os grupos.

A incidência de zumbido em usuários de estéreos pessoais não foi, até onde pudemos constatar, previamente estabelecida. Os dados deste estudo mostram uma clara relação entre a presença de zumbido e o uso regular de estéreos pessoais ($p=0,025$), da mesma forma que hipoacusia ($p=0,001$), tonteiras ($p=0,046$) e plenitude auricular ($p=0,041$), todos estes sintomas de alterações da orelha interna em uma população jovem, sem outros fatores predisponentes (doenças, história familiar de surdez, outros tipos de exposição a ruído, alcoolismo, tabagismo, uso abusivo de cafeína), restando a exposição regular a sons do estéreo pessoal como único fator causal. O fato de o Grupo 2 apresentar uma faixa etária mais elevada, reforça ainda mais a importância do uso do estéreo pessoal como fator predisponente ao zumbido, pois foi previamente descrito que a incidência de zumbido aumenta com a idade¹. A discrepância entre a maior incidência de hipoacusia e os limiares tonais preservados provavelmente se relaciona a perdas auditivas temporárias (TTS, temporary threshold shift) associadas à exposição a sons altos, as quais os pacientes tendem a considerar na anamnese.

O achado de um limiar médio significativamente maior para a frequência de 8 kHz nos pacientes com zumbido do grupo 1 ($p=0,025$) está de acordo com as

teorias que associam zumbido às perdas auditivas^{15,22}. Entretanto, como esta frequência não é habitualmente afetada nos estágios iniciais da PAINEPS, talvez outros fatores ainda desconhecidos, além da exposição a ruído, estejam envolvidos no aparecimento do zumbido nestes pacientes, possibilidade também sugerida pelos achados previamente descritos nas OEAT. Em torno de 10% dos pacientes com zumbido apresentam audiometria normal¹¹. Em alguns destes pacientes, o zumbido pode surgir como consequência de um fenômeno neuroplástico central que se segue a uma perda auditiva temporária, como em otite média ou alguns casos de surdez súbita. Entretanto, também é possível que alguns destes pacientes apresentem cocleopatia subclínica, com limiares tonais normais, logo as otoemissões acústicas podem ser uma importante ferramenta para o diagnóstico precoce de alterações cocleares envolvidas na gênese do zumbido, conforme já descrito em outros estudos. Estratégias de prevenção devem ser praticadas nestes grupos com o objetivo de prevenir a PAINPSE, sendo as otoemissões acústicas importantes ferramentas para o diagnóstico precoce.

CONCLUSÕES

O zumbido é mais frequente em adolescentes e adultos jovens que ouvem música regularmente em estéreos pessoais e encontra-se associado a limiares audiométricos elevados em 8 kHz. Os usuários de estéreos pessoais apresentaram níveis reduzidos nas OEAT na frequência de 2 kHz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Heller A. Classification and epidemiology of tinnitus. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003;36(2):239-48.
- Dobie RA. Noise induced hearing loss. In: Bailey BJ, editor. *Head and neck surgery on cd-rom.* 2nd edition, New York, Lippincott-Raven; 1998.
- Pujol R, Puel JL. Excitotoxicity, synaptic repair, and functional recovery in the mammalian cochlea: a review of recent findings. *Ann N Y Acad Sci.* 1999;884:249-54.
- Perda auditiva induzida por ruído (PAIR)(Site na Internet) Ministério da Saúde. Disponível em [HTTP://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/06_0444_M.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/06_0444_M.pdf). Acessado em 10 de Maio de 2010.
- Poepping TL, Gill J, Fenster A et al. MP3 compression of doppler ultrasound signals. *Ultrasound Med Biol.* 2003;29(1):65-76
- Huffman DA. A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes. In: *Proceedings of the I.R.E.*, 1952. p. 1098-1102
- Hodgetts WE, Rieger JM, Szarko RA. The effects of listening environment and earphone style on preferred listening levels of normal hearing adults using an mp3 player. *Ear Hear.* 2007;28(3):290-7.
- Zogby J. *International Z.* (Site na Internet). Survey of teens and adults about the use of personal electronic devices and head phones (March 2006). Disponível em http://www.asha.org/uploadedFiles/about/news/atitbtot/zogby_survey2006.pdf. Acessado em 7 de Julho de 2009.
- Vogel I, Brug J, Hosu EJ, Van der Ploeg CPB, Raat H. MP3 players and hearing loss: adolescents perceptions of loud music and hearing conservation. *J Pediatr.* 2008;152(3):400-4.

-
10. Lopes AC, Otubo KA, Basso TC, Marinelli EJI, Lauris JRB. Perda Auditiva Ocupacional: Audiometria Tonal X Audiometria de Altas Frequencias. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2009;13(3):293-9
 11. McFadden, D. 1982. *Tinnitus: Facts, Theories and Treatments.* Washington, D.C.: National Academy Press, 1-150.
 12. Herraiz C, Diges I, Cobo P, Aparicio JM. Cortical reorganisation and tinnitus: principles of auditory discrimination training for tinnitus management. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2008;266(1):9-16.
 13. Schmidt LP, Teixeira VN, Dall'igna C, Dallagnol D, Smith MM. Brazilian Portuguese Language version of the "Tinnitus Handicap Inventory": validity and reproducibility. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72:808-10.
 14. Shah S, Gopal B, Reis J, Novak M. Hear today, gone tomorrow: an assessment of portable entertainment player use and hearing acuity in a community sample. *J Am Board Fam Med.* 2009;22:17-23.
 15. Potier M, Hoquet C, Lloyd R, Nicolas-Puel C, Uziel A, Puel J-L. The Risks of Amplified Music for Disc-Jockeys Working in Nightclubs. *Ear Hear.* 2009;30:391-3.
 16. Kim MG, Hong SM, Shim HJ, Kim YD, Cha CI, Yeo SG. Hearing Threshold of Korean Adolescents Associated with the Use of Personal Music Players. *Yonsei Med J.* 2009;50(6):771-6.
 17. Brant LJ, Fozard JL. Age changes in pure tone hearing thresholds in a longitudinal study of normal human aging. *J Acoust Soc Am.* 1990;88(2):813-20.
 18. Ottaviani F, Dozio N, Neglia CB. Absence of otoacoustic emissions in insulin-dependent diabetic patients: is there evidence for diabetic cochleopathy? *J Diabetes Complications.* 2002;16(5):338-43.
 19. Bhagat S, Davis AM. Modification of otoacoustic emissions following ear-level exposure to MP3 player music. *Int J Aud.* 2008;47:751-60.
 20. Job A, Raynal M, Kossowski M. Susceptibility to tinnitus revealed at 2 kHz range by bilateral lower DPAOEs in normal hearing subjects with noise exposure. *Audiol Neurotol.* 2007;12:137-44.
 21. Marshall L, Heller LM. Transient-evoked otoacoustic emissions as a measure of noise-induced threshold shift. *J Speech Lang Hear Res.* 1998;41(6):1319-34
 22. Moller AR. Tinnitus: presence and future. *Prog Brain Res.* 2007;166:3-16.