

# Hair cell alteration prevalence rates in students of a school in Distrito Federal

*Prevalência de alterações das células ciliadas externas em estudantes de uma escola do Distrito Federal*

Valéria Gomes da Silva<sup>1</sup>, André Luiz Lopes Sampaio<sup>2</sup>, Carlos Augusto Costa Pires de Oliveira<sup>3</sup>, Pedro Luiz Tauil<sup>4</sup>,  
Gláucia Magalhães Brito Jansen<sup>5</sup>

## Keywords:

adolescent health,  
hair cells, auditory,  
outer,  
hearing loss,  
noise-induced.

## Abstract

Exposure to loud music is increasing among young people, and so could be the number of hearing impairment cases in this population. Otoacoustic emission tests are sensitive in capturing the effects of exposure to noise, and allow the detection of early cochlear disorders. **Objective:** This study aims to look into the prevalence rates of injuries to outer hair cells in a population of students through otoacoustic emission testing. **Materials and Method:** One-hundred and thirty-four subjects were submitted to transient evoked and distortion product otoacoustic emission tests. Subjects were assessed on a “pass/fail” scale. This is a cross-sectional descriptive study on prevalence rates. **Results:** More than four fifths (80.6%) of the 134 subjects had altered transient otoacoustic emissions, most of whom were males; 97.8% had altered distortion product otoacoustic emissions and 79.9% had altered test results in both transient evoked and distortion product OAEs; most were males; 94.0% reported they used earphones; and 82.8% stated they frequented places where loud music was played. **Conclusion:** The high prevalence rates of altered test results seem to indicate the presence of early cochlear disorders in the studied subjects. A significant number of subjects reported exposure to loud music, a habit that may be conducive to the onset of cochlear disorders.

## Palavras-chave:

células ciliadas  
auditivas externas,  
perda auditiva  
provocada por ruído,  
saúde do adolescente.

## Resumo

Os jovens estão cada vez mais expostos à música alta, que pode prejudicar a audição. O teste das Emissões Otoacústicas, por ser mais sensível à exposição ao ruído, permite detectar precocemente alterações cocleares. **Objetivo:** Investigar a prevalência de lesão das células ciliadas externas por meio do teste de emissões otoacústicas em uma amostra de estudantes. **Material e Método:** Foram realizados os testes de emissões otoacústicas por estímulo transiente e por produto de distorção em 134 indivíduos. Os exames foram analisados de acordo com o critério “passa/falha”. Tipo de estudo: Estudo seccional descritivo de prevalência. **Resultados:** Dos 134 participantes, 80,6% apresentaram emissões otoacústicas transiente alteradas, sendo a maioria do gênero masculino; 97,8% apresentaram emissões otoacústicas produto de distorção alterada e 79,9% apresentaram alteração tanto em transiente quanto em produto de distorção, sendo a maioria do gênero masculino e, ainda, 94,0% relataram fazer uso de fones de ouvido; e 82,8% declararam frequentar lugar com música amplificada. **Conclusão:** A alta prevalência de testes alterados pode indicar precocemente uma disfunção coclear e, pelo alto número de participantes que relatou exposição à música alta, há a suspeita de que esse hábito pode estar provocando as alterações cocleares.

<sup>1</sup> Mestrado (Fonoaudióloga).

<sup>2</sup> Doutorado (Médico Associado do Setor de Implante Coclear da Universidade de Brasília, Brasil).

<sup>3</sup> Doutorado (Professor Titular da Universidade de Brasília, Brasil).

<sup>4</sup> Doutorado (Professor do Programa de Pós-graduação em Medicina Tropical da faculdade de Medicina da Universidade de Brasília).

<sup>5</sup> Pós-graduação em Audiologia (Fonoaudióloga).

Endereço para correspondência: Valéria Gomes da Silva. Quadra 301, conj. 8, apto. 1003. Residencial Casa Bella. Águas Claras - DF. Brasil. CEP: 71902-180.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 26 de fevereiro de 2012. cod. 9059.

Artigo aceito em 31 de março de 2012.

## INTRODUÇÃO

Muito se tem falado, em toda a mídia, sobre a audição e sobre as possíveis perdas auditivas em pessoas jovens provocadas por exposição ao ruído.

Independentemente do local, em atividades rotineiras ou de lazer, estamos sempre expostos aos mais diferentes ruídos e, entre os jovens, essa exposição vem aumentando cada vez mais. O que muitos podem não saber é que, apesar de esporádicas, essas exposições são responsáveis por grandes malefícios ao ser humano, alterando seu bem-estar físico e mental<sup>1</sup>.

O aparelho auditivo humano é extremamente vulnerável à ação do ruído, o qual pode atingir níveis de intensidade elevados, capazes de prejudicar a audição e a saúde em geral<sup>2</sup>.

Dos agentes nocivos à audição humana, o ruído está sendo citado como um dos agressores que contribuem para o elevado índice de deficiência auditiva e um dos principais causadores de perdas auditivas do tipo neurosensoriais em indivíduos adultos<sup>3,5</sup>. Entre os jovens, contudo, esses dados ainda estão em estudo.

A ideia de que a perda auditiva por exposição a ruídos está ligada somente aos adultos (idosos) ou que é peculiar a fatores ocupacionais deve ser reavaliada. Já foi observado que jovens com quadro de perda auditiva apresentam audiogramas característicos de perda por exposição ao ruído<sup>6,7</sup>.

É comum, por exemplo, o uso de fones de ouvido, e esse hábito pode ser observado com maior frequência entre os jovens, que cada vez mais usam esse dispositivo como entretenimento em seus momentos de lazer. Outras práticas de lazer apreciadas pela maioria dos jovens podem estar prejudicando sua saúde auditiva, tais como ouvir música em volumes altos em casa ou no carro; usar fones de ouvido dos celulares e dos *Media Players*, mais conhecidos como *MP3 Players*; estar sempre em shows musicais, boates e academias. Essas atividades podem ser prazerosas, porém, são consideradas nocivas à audição quando realizadas sem moderação<sup>8</sup>.

A avaliação e o monitoramento das perdas auditivas, geralmente, são feitos por meio da audiometria tonal limiar. Contudo, as Emissões Otoacústicas (EOA), por serem mais sensíveis à exposição ao ruído, permitem a detecção precoce de alterações cocleares antes mesmo de serem observadas pela audiometria tonal. Elas possibilitam uma avaliação específica da funcionalidade das células ciliadas externas. Trata-se de um exame não invasivo, sensível ao estado coclear e que não oferece riscos ou desconforto; é rápido, indolor e de fácil aplicabilidade<sup>9-11</sup>.

Levando em consideração os efeitos do ruído sobre a cóclea e o caráter preventivo das Emissões Otoacústicas Evocadas no monitoramento auditivo, foi motivada a execução do presente trabalho com o objetivo de avaliar o funcionamento das Células Ciliadas Externas por meio do exame de emissões otoacústicas em um grupo de estudantes do Distrito Federal e determinar a prevalência de exames alterados nesta amostra.

## MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo de prevalência, do tipo seccional descritivo, foi aprovado pelo Comitê de Ética, sob o protocolo nº 060/2008.

Utilizou-se uma amostra de conveniência composta por 144 estudantes, de ambos os gêneros, do Ensino Médio de uma escola particular do Distrito Federal, selecionados aleatoriamente

durante o período de abril a maio de 2010. Foram excluídos 10 indivíduos que apresentaram problemas de orelha média; portanto, a coleta de dados se deu com os 134 restantes, sendo 56 masculinos e 78 femininos, na faixa etária entre 14 e 19 anos.

Os critérios de inclusão foram: não apresentar queixas e/ou sintomas de doenças otológicas; não apresentar história prévia de perda auditiva; não estar sob o uso de medicamentos ototóxicos; não fazer uso de aparelho de amplificação sonora individual (AASI); não apresentar problemas de orelha média e externa, tais como presença de cerúmen ou infecções. A fim de determinar a inclusão ou a possível exclusão dos sujeitos no presente estudo, eles foram questionados por intermédio de um protocolo de seleção/inventário composto por perguntas referentes aos critérios apresentados, hábitos auditivos, doenças da orelha, perda de audição, entre outros.

A coleta de dados foi feita nas dependências da instituição. Foi realizada inspeção do conduto auditivo para visualização de possível presença de cerúmen e outros agentes que pudessem interferir na realização do exame. Em seguida, os participantes foram submetidos aos exames de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente e por produto de distorção, utilizando o equipamento portátil marca MAICO, modelo ERO-SCAN, ano de fabricação 2006. Os exames foram realizados em ambiente silencioso e a primeira orelha testada foi o lado direito.

Para o teste de Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente, foram considerados normais e/ou "PASSA" os resultados que apresentaram valores de amplitude igual ou superior a -12 e relação sinal/ruído igual ou superior a 6 dB em todas as 6 (seis) frequências testadas (1,5 KHz - 4 KHz). Para Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Produto de Distorção, foram considerados normais e/ou "PASSA" os resultados que apresentaram amplitude igual ou superior a -5 e relação sinal/ruído igual ou superior a 6 dB em todas as 6 (seis) frequências testadas (2 KHz - 12 KHz). No estudo das emissões otoacústicas transientes e produto de distorção associadamente, o resultado dos exames foi classificado como "Falha" quando tanto EOAT quanto EOAPD apresentavam alteração em pelo menos uma das orelhas.

Quanto à análise estatística, as variáveis estudadas foram: amplitude do sinal, relação sinal/ruído, gênero e lado da orelha. Os dados dos resultados foram reportados apresentando-se: média, valor mínimo e máximo, desvio padrão e valor absoluto (n).

As possíveis diferenças entre as médias de idade dos participantes de cada gênero foram investigadas com o teste t de Student. Para a análise da prevalência dos resultados dos exames de EOAT e de EOAPD no critério "Passa/Falha", segundo o gênero, em ambas as orelhas, foi utilizado o teste chi-quadrado (teste exato de Fisher).

As comparações das médias de amplitude e da relação sinal/ruído entre os gêneros, em cada lado da orelha e em cada frequência, foram feitas com o teste ANOVA de desenho misto, com os fatores gênero (dois níveis, fator entre sujeitos), Orelha (dois níveis, medida repetida) e Frequência (seis níveis). Investigou-se se existiam diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos resultados. Utilizou-se o método de Greenhouse-Geisser para a correção dos desvios da esfericidade. Foram aplicadas análises *pos hoc* para investigar as interações de até dois fatores.

A correlação entre a prevalência de falhas para amplitude do sinal em cada lado da orelha e a frequência analisada nas EOAT foi avaliada com o Teste de Correlação de Pearson. O

mesmo teste foi utilizado para a análise da relação sinal/ruído e, também, para a amplitude do sinal e a relação sinal/ruído das EOAPD.

A associação entre a prevalência de falhas nos dois testes (EOAT e EOAPD) com o gênero dos participantes foi analisada com o teste chi-quadrado (teste exato de Fisher). O mesmo teste foi utilizado para avaliar a associação entre a variável gênero e a exposição à música amplificada. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ( $p = 0,05$ ). Todos os testes foram bicaudais.

Para o estudo de prevalência, o tamanho da amostra foi calculado para um grau de confiança de 95%, e a prevalência estimada de alterações das CCE de 90% resultou em 121.

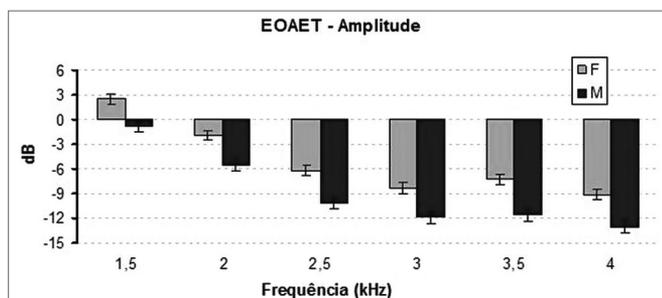
## RESULTADOS

Na análise dos resultados das emissões otoacústicas transientes em relação ao critério “Passa/Falha”, observou-se que apenas 19,4% (26) dos participantes passaram em ambas as orelhas; 29,9% (40) passaram na orelha esquerda; 29,1% (39) passaram na orelha direita; 80,6% (108) falharam em ambas as orelhas; 70,1% (94) falharam na orelha esquerda; e 70,9% (95) falharam na orelha direita.

Ao avaliar a prevalência geral dos resultados dos testes de emissões otoacústicas transientes segundo o gênero, observou-se que, do total de mulheres, 28,2% (22) passaram e 71,8% (56) falharam. Do total de homens, 7,1% (quatro) passaram e 92,9% (52) falharam. Analisando o total de alterações/falhas, nota-se que (108) 80,6% dos sujeitos falharam nas EOAT.

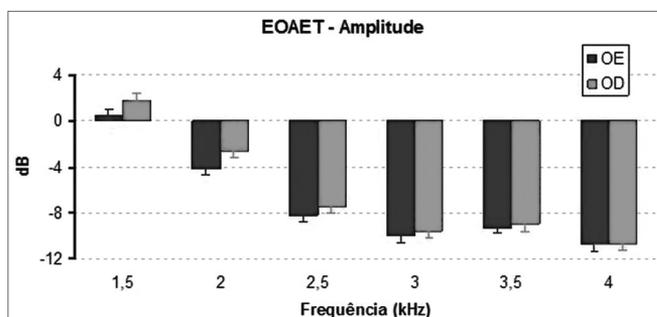
Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre o gênero dos participantes e a presença de alterações no teste de EOAT. A porcentagem de homens que apresentaram falha no exame foi significativamente superior à porcentagem de mulheres que apresentaram essa alteração ( $p = 0,003$ ).

Houve diferença estatisticamente significativa quando comparada a distribuição dos valores de amplitude do sinal das EOAT entre os gêneros, sendo que os participantes do gênero feminino apresentaram amplitude do sinal maior que os do gênero masculino ( $p < 0,001$ ) (Figura 1).



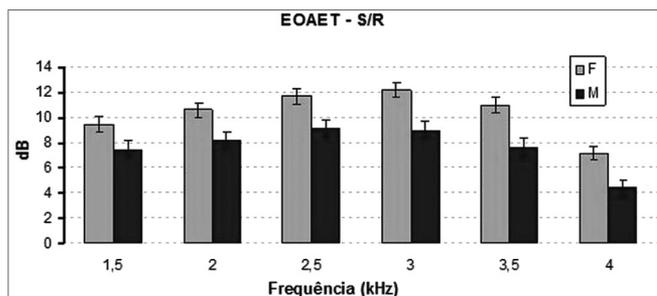
**Figura 1.** Média e desvio padrão das amplitudes das EOAT registradas para cada gênero em cada frequência. F: Feminino; M: Masculino. Teste ANOVA,  $p < 0,001$ .

Pelo teste estatístico ANOVA de medidas repetidas, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as médias de amplitude do sinal das EOAT das orelhas direita e esquerda ( $p = 0,009$ ). Em média, as amplitudes registradas na orelha direita foram maiores que na orelha esquerda (Figura 2).

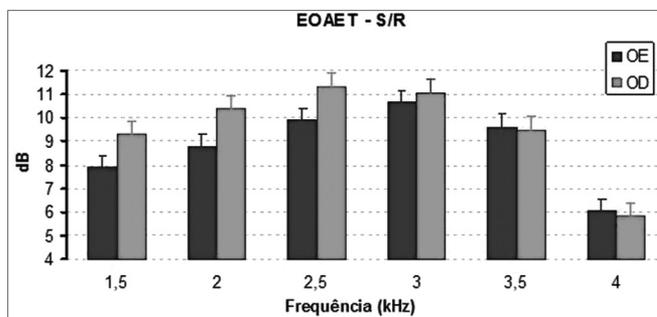


**Figura 2.** Média e desvio padrão das amplitudes das EOAT registradas para cada orelha em cada frequência. OE: Orelha esquerda; OD: Orelha direita. Teste ANOVA,  $p = 0,009$ .

Houve diferença estatisticamente significativa quando comparada a distribuição dos valores de relação S/R das EOAT entre os gêneros, sendo que os participantes do gênero feminino apresentaram relação S/R maior que o gênero masculino ( $p < 0,001$ ) (Figura 3). Foi demonstrada, também, diferença estatisticamente significativa entre as relações sinal/ruído registradas nas orelhas direita e esquerda ( $p = 0,022$ ). As médias da relação S/R foram significativamente superiores na orelha direita (Figura 4).



**Figura 3.** Média e desvio padrão das relações sinal/ruído das EOAT registradas para cada gênero em cada frequência. S/R: relação sinal/ruído; F: Feminino; M: Masculino. Teste ANOVA,  $p < 0,001$ .



**Figura 4.** Média e desvio padrão das relações sinal/ruído das EOAT registradas para cada orelha em cada frequência. S/R: relação sinal/ruído; OE: Orelha esquerda; OD: Orelha direita. Teste ANOVA,  $p = 0,022$ .

A análise da porcentagem de falhas encontradas nos testes das EOAT relacionadas à amplitude do sinal, em cada frequência e em cada lado da orelha, mostrou correlação linear positiva entre frequência e porcentagem de falhas na orelha esquerda ( $p = 0,004$ ) e na orelha direita ( $p = 0,003$ ), evidenciando uma

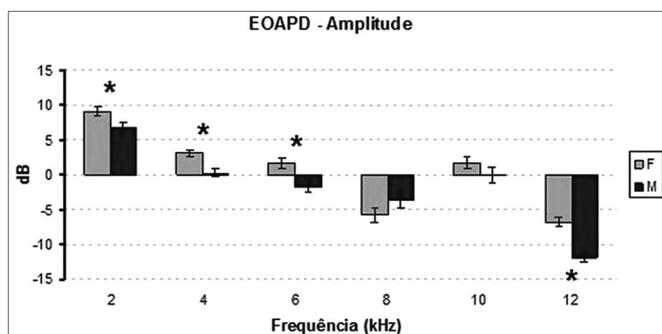
tendência de que, quanto maior a frequência, maior o número de falhas. Da mesma forma, na avaliação da relação S/R também foi encontrada relação entre frequência avaliada e porcentagem de falhas em cada orelha. Tanto para a orelha esquerda ( $p = 0,042$ ) como para a orelha direita ( $p = 0,001$ ) foi observada tendência de aumento de falhas à medida que as frequências foram aumentando.

Na análise dos resultados das emissões otoacústicas produto de distorção em relação ao critério “Passa/Falha”, observou-se que 2,2% (três) dos participantes passaram em ambas as orelhas; 8,2% (11) passaram na orelha esquerda; e 7,5% (10) passaram na orelha direita. Já 97,8% (131) falharam em ambas as orelhas; 91,8% (123) falharam na orelha esquerda; e 92,5% (124) na orelha direita.

Quanto à prevalência dos resultados dos testes das EO-APD segundo o critério passa/falha e o gênero, notou-se que nenhum participante do gênero masculino passou neste teste e que apenas 3,8% (três) dos participantes do gênero feminino passaram. Quando consideradas as alterações encontradas, ou seja, “Falha” nos exames de EOAPD, notou-se que 97,8% (131) dos participantes falharam em pelo menos uma orelha. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a variável gênero e a presença de alterações nas EOAPD ( $p = 0,256$ ).

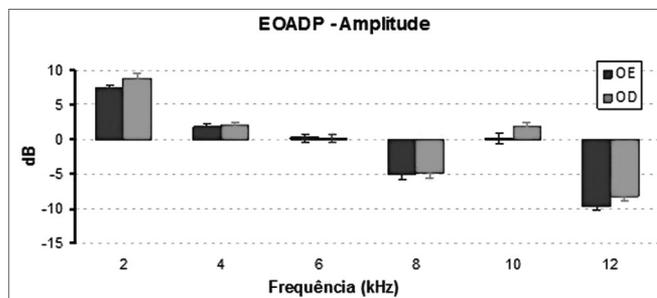
Considerando-se a análise da amplitude do sinal e da relação sinal/ruído nas emissões otoacústicas produto de distorção, verificou-se que na análise das amplitudes do sinal por banda de frequência na orelha esquerda, as menores médias encontraram-se nas frequências de 8 e 12 KHz. Já na relação sinal/ruído na mesma orelha, foi possível notar-se que a maioria está dentro do padrão de normalidade, com exceção da frequência de 12 KHz. Na mesma análise, porém, na orelha direita, observa-se resultado semelhante ao serem consideradas as médias de amplitudes e a relação sinal/ruído por banda de frequência, visto que os menores valores estão presentes também nas frequências de 8 e 12 KHz para amplitudes e 12 KHz para relação S/R, sendo que, na orelha direita, a amplitude e a relação S/R em 12 KHz encontram-se fora do padrão de normalidade.

Houve diferença estatisticamente significativa quando comparada a distribuição dos valores de amplitude do sinal das EOAPD entre os gêneros, sendo que os participantes do gênero feminino apresentaram amplitude do sinal maior que o gênero masculino ( $p < 0,007$ ) (Figura 5).



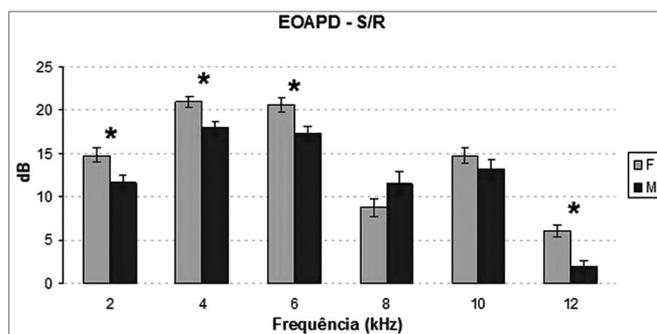
**Figura 5.** Média e desvio padrão das amplitudes das EOAPD registradas para cada gênero em cada frequência. F: Feminino, M: Masculino. Teste ANOVA,  $p < 0,007$ .

Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as médias das amplitudes do sinal das EOAPD das orelhas direita e esquerda ( $p = 0,017$ ). As médias de amplitude do sinal registradas na orelha direita foram significativamente maiores que as médias da orelha esquerda (Figura 6).

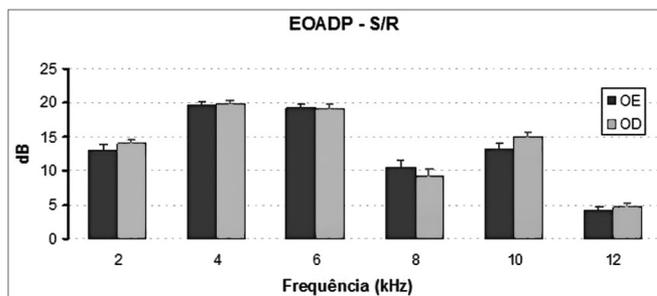


**Figura 6.** Média e desvio padrão das amplitudes das EOAPD registradas para cada orelha em cada frequência. OE: Orelha esquerda; OD: Orelha direita. Teste ANOVA,  $p = 0,017$ .

Houve diferença estatisticamente significativa quando comparada a distribuição dos valores de relação S/R das EOAPD entre os gêneros, sendo que os participantes do gênero feminino apresentaram relação S/R maior que o gênero masculino ( $p < 0,013$ ) (Figura 7). Já com relação à lateralidade, não houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas ( $p = 0,499$ ) (Figura 8).



**Figura 7.** Média e desvio padrão das relações sinal/ruído das EOAPD registradas para cada gênero em cada frequência. F: Feminino, M: Masculino. Teste ANOVA,  $p < 0,013$ .



**Figura 8.** Média e desvio padrão das relações sinal/ruído das EOAPD registradas para cada orelha em cada frequência. OE: Orelha esquerda; OD: Orelha direita. Teste ANOVA,  $p = 0,499$ .

A análise da porcentagem de falhas encontradas nos testes das EOAPD relacionadas à amplitude do sinal em cada frequência e em cada lado da orelha mostrou relação estatisticamente significativa entre a frequência avaliada e a porcentagem de falhas na orelha esquerda ( $p = 0,008$ ) e na orelha direita ( $p = 0,003$ ), mostrando tendência de que, quanto maior a frequência, maior foi o número de falhas. O mesmo ocorreu na avaliação da relação S/R. Tanto na orelha direita como na orelha esquerda foi encontrada uma tendência de aumento de falhas à medida que as frequências foram aumentando.

O estudo das emissões otoacústicas transientes e produto de distorção associadamente resultou em: dos 134 participantes, 79,9% (107) falharam tanto em EOAT quanto em EOAPD em pelo menos uma orelha. Do total de mulheres (78), 29,5% (23) passaram e 70,5% (55) falharam. E, do total de homens, (56), 7,1% (quatro) passaram e 92,9% (52) falharam.

Testou-se a possível associação entre o gênero dos participantes e a presença de Falha. Pelo teste do chi-quadrado, a porcentagem de homens com exames classificados como Falha foi superior à porcentagem de mulheres na mesma categoria de resultado ( $p = 0,002$ ).

Quanto à exposição à música amplificada, dos 134 participantes, 94,0% (126) usam fones de ouvido, e 82,8% (111) relataram frequentar algum tipo de lugar com música amplificada. Não houve associação estatisticamente significante entre a variável gênero e o uso de fones de ouvido ( $p = 0,278$ ), entre gênero e frequência a lugar com música amplificada ( $p = 0,163$ ), nem entre uso de fones de ouvido e frequência a lugar com música amplificada ( $p = 625$ ).

## DISCUSSÃO

Alguns autores já fizeram referência à sensibilidade das EOAT em detectar alterações sutis na cóclea, advindas da exposição ao ruído<sup>2,12,13</sup>. A presença de EOAT indica que a maioria dos limiares está dentro dos padrões de normalidade e, por outro lado, a sua ausência pode indicar um comprometimento inicial das CCE<sup>14</sup>. Como se acredita ser a casuística composta por jovens com audição normal, a sensibilidade da avaliação das EOAT foi um fator considerável.

Esperava-se um número menor de alterações. Apesar de os adolescentes não terem sido avaliados audiometricamente, supondo-se que tinham limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade, os percentuais encontrados mostraram que a ausência de EOAT pode ocorrer mesmo com limiares auditivos supostamente normais.

Já foram encontrados percentuais mais elevados de normalidade que os verificados na presente pesquisa, porém, o critério de avaliação adotado pelos autores foi menos rigoroso que o aqui empregado, pois eles levaram em consideração apenas a relação sinal/ruído<sup>15</sup>.

Verificou-se que os registros da amplitude do sinal do teste de EOAT, tanto na orelha direita como na orelha esquerda, apresentaram-se, em grande maioria, com valores negativos. Em consequência, as médias das amplitudes do sinal em ambas as orelhas tiveram, também, valores negativos em quase todas as bandas de frequência, com exceção apenas de 1.500 Hz.

Em razão da uniformidade de registros da amplitude do sinal do teste de EOAT com valores negativos encontrados, inferiu-se que este dado foi uma característica da energia do espectro das EOAT, mensurada pelo aparelho de emissões oto-

acústicas usado, tendo em vista que há a recomendação de um valor negativo para amplitude mínima de -12 dBNPS. Corroborando os achados deste estudo, outros autores também verificaram amplitudes de EOAT com valores negativos<sup>15,16</sup>.

A amplitude do sinal das EOAT pode variar em função de idade, gênero e lado e sofre interferência do nível de ruídos externos (ambientais) ou internos (do indivíduo) e do nível de pressão sonora do estímulo. No que se refere à idade, quanto maior, menor será a amplitude de resposta, situando-se em torno de 20 dB nos recém-nascidos, 10 dB nos adultos jovens e 6 dB nos idosos<sup>17</sup>. Este estudo não aplicou essa avaliação, por ter sido constituído por indivíduos com distribuição de idade homogênea.

Foi encontrada correlação entre o aumento das frequências e diminuição dos registros das amplitudes do sinal, aspecto também visto em outra pesquisa<sup>15</sup>. O decréscimo dos registros das EOAT, nas altas frequências, pode estar relacionado às propriedades de filtragem da orelha média e também à curta latência, apresentada nas altas frequências, o que dificulta o registro delas pelo microfone do equipamento<sup>18</sup>.

Na literatura científica pesquisada, não foram encontradas outras referências com este mesmo critério de análise, ou com registros de amplitudes do sinal de EOAT negativas. Então, acredita-se que a descrição desses achados poderá contribuir como fonte de dados para outros estudos que venham analisar a energia total do espectro das amplitudes do sinal, ou que utilizem o mesmo analisador de EOA desta pesquisa.

A análise comparativa das médias das amplitudes do sinal do teste de EOAT das orelhas direitas e esquerdas demonstrou que as amplitudes do sinal registradas foram maiores na orelha direita e no gênero feminino. Isso corrobora com a literatura, quando relata que as amplitudes das EOAT são maiores na orelha direita e no gênero feminino também<sup>17</sup>.

Alguns autores descreveram que as amplitudes das EOAT podem ser maiores na orelha direita, devido à influência das Emissões Otoacústicas Espontâneas que, apesar de serem geralmente bilaterais, ao se apresentarem unilateralmente, são mais frequentes na orelha direita<sup>17,19</sup>. Porém, nas pesquisas consultadas, nenhum estudo fez referência à assimetria na mensuração da energia do espectro das EOAT. Nos demais trabalhos, a observação foi no sentido de que, de uma forma geral, o comportamento das EOAT mostrou equivalência entre as orelhas<sup>2,14,20-22</sup>.

Nesta pesquisa, a frequência de 1 KHz não foi incluída na avaliação, porém, foram avaliadas as frequências a partir de 1,5 KHz, tendo-se observado que as maiores médias de amplitudes ocorreram em 1,5 e 2 KHz. De acordo com a literatura, as maiores amplitudes da EOAT obtidas nos adultos encontram-se nas frequências de 1 e 2 KHz, enquanto nos neonatos situam-se entre 3 e 4 KHz, e essas diferenças são atribuídas aos efeitos do tamanho da orelha externa e média, das características de ressonância do meato acústico externo e da presença de emissões otoacústicas espontâneas que reforçariam determinadas frequências<sup>17</sup>.

Neste trabalho, os valores registrados na relação sinal/ruído mostraram-se positivos na maioria das frequências. Tal como as amplitudes das EOAT, os valores da relação sinal/ruído diferenciaram-se na frequência de 4 KHz em ambas as orelhas. A frequência de 4 KHz foi a que apresentou o menor valor de relação sinal/ruído, reforçando, dessa forma, a hipótese que retrata a dificuldade de se registrar as EOAT em frequência alta, devido às propriedades da orelha média e à curta latência dessas frequências<sup>18</sup>.

De acordo com o critério “Passa/Falha” estabelecido na presente pesquisa, os resultados das EOAPD também demonstraram alto percentual de “Falha”. A prevalência de alterações de emissões por produto de distorção na orelha direita foi de 92,5% e, na orelha esquerda, de 91,8%, obtendo-se um total de 97,8% de falhas.

Outra pesquisa, realizada com sujeitos expostos à música alta após atividade esportiva, encontrou percentuais mais elevados de normalidade (75%) que os verificados neste estudo (2,2%). Porém, não foi relatado com precisão o critério de avaliação adotado<sup>23</sup>.

Já outro estudo com adolescentes revelou um percentual significativo de alterações (63%)<sup>24</sup>. Mesmo assim, os resultados deste estudo foram superiores aos demais, havendo grande diferença de percentuais na comparação dos achados da presente pesquisa com os dos estudos aqui citados. Possivelmente, também, devido às divergências metodológicas.

Por outro lado, acredita-se que essa diferença deva-se ao fato de ter sido usado um critério muito rígido e utilizada uma avaliação com altas frequências, considerando que o maior número de alterações ocorreu na frequência de 12 KHz. No entanto, esse achado pode estar indicando, de forma precoce, uma disfunção coclear.

Constatou-se que as médias das amplitudes das EOAPD diminuíram com o aumento da frequência; achado observado, também, em outros estudos<sup>15,25</sup>. Apesar de já ter sido referenciada a dificuldade de registro de frequências altas para as EOAT<sup>18</sup>, acredita-se que, no caso das EOAPD, também há alguma correspondência com a propriedade de curta latência das frequências altas, dificultando a captação destas pelo microfone do analisador de EOA.

Neste estudo, as médias das amplitudes da orelha direita foram significativamente maiores que as da orelha esquerda. Como ocorreu nas amplitudes das EOAT, ao analisar as orelhas esquerda e direita, os valores das amplitudes das EOAPD nas bandas de frequências de 8 e 12 KHz foram significativamente menores do que as amplitudes das demais frequências.

Considerou-se a hipótese de que as menores amplitudes encontradas possam ser sugestivas de um comprometimento inicial do funcionamento coclear; já que as menores amplitudes do sinal e relação S/R ocorreram justamente nas altas frequências. Pode-se considerar a hipótese de que tais regiões cocleares podem ser afetadas pelo ruído<sup>26</sup>. Apesar de não terem sido encontradas outras justificativas para esse fato, não se pode considerar este dado isoladamente. Propõe-se que novos estudos sejam realizados para investigação de possíveis registros das amplitudes absolutas das EOAPD, em sujeitos utilizando altas frequências (acima de 8 KHz).

Pode-se observar que as médias da relação sinal/ruído foram maiores nas frequências abaixo de 12 KHz, com exceção de 8 KHz. Em ambas as orelhas, a frequência de 12 KHz apresentou média de relação S/R inferior às demais, atingindo média de 4,1 na orelha esquerda e de 4,5 na orelha direita.

Pode-se, assim, levantar a hipótese de que esse achado está relacionado ao início de um possível comprometimento coclear nos adolescentes, tendo em vista que outra pesquisa<sup>27</sup> também constatou que frequências mais altas foram as mais afetadas pela ação deletéria da exposição ao ruído.

Assim como nas EOAT, a prevalência de “falha” nas EOAPD foi analisada por orelha e gênero e vinculada à verificação dos dois critérios: amplitude do sinal e relação Sinal/Ruído em todas as seis bandas de frequência.

A vantagem das EOAPD é a maior especificidade de frequência, podendo-se avaliar a função coclear desde a espira basal até a apical. As respostas em frequências baixas são mais difíceis de se medir pela presença de ruídos externos (ambientais) e internos (do paciente), o que pôde ser notado na frequência de 2 KHz, em que o valor de relação S/R foi menor. Esse tipo de emissão fornece informações mais precisas para as frequências altas (acima de 2 KHz). Em geral, a resposta em 8 KHz não é boa, pela necessidade de um alto-falante com maior voltagem, que aumenta a distorção<sup>17</sup>. Neste estudo, foi observado esse decréscimo na resposta em 8 KHz e acredita-se que essa ocorrência tenha relação com o que foi citado.

No estudo das EOAT e EOAPD associadamente, percebeu-se que o percentual de alterações “falhas” foi surpreendentemente alto (79,9), havendo pouca variação entre as orelhas. Constatou-se, então, ao se confrontar os resultados deste estudo, que os percentuais de ocorrência de alterações, tanto de EOAT quanto de EOAPD, podem apresentar grande variabilidade. Supõe-se que essa diversidade possa estar relacionada aos aspectos metodológicos, aos parâmetros utilizados e aos critérios selecionados para análise.

As supostas alterações de células ciliadas externas encontradas nos exames de EOAT e EOAPD não são suficientes para alterar os limiares audiométricos; pois lesões de até 30% das Células Ciliadas Externas, com Células Ciliadas Internas íntegras, podem ocorrer antes que qualquer perda auditiva seja detectada<sup>19,28</sup>.

Portanto, as EOA são eficientes para avaliar precocemente a função coclear (CCE) em sujeitos expostos a ruído, sem que tenha sido diagnosticada perda auditiva. Sugere-se que esse exame seja adicionado na rotina clínica para complementar o diagnóstico de alterações cocleares nos indivíduos expostos ao ruído como, por exemplo, aqueles que fazem uso de música amplificada.

Nesta pesquisa, os resultados relacionados à exposição dos adolescentes à música amplificada sugerem que a cultura atual da juventude não parece preocupar-se com os efeitos nocivos da música alta, o que se confirma pela alta prevalência de exposição à música alta.

Ao serem questionados quanto ao hábito de usar fones de ouvido e de frequentar lugares com música amplificada, a maioria, ou melhor, quase que a totalidade dos adolescentes, declararam ter esse hábito. Cento e vinte seis (94,0%) disseram usar fones de ouvido, e 111 (82,8%) frequentam algum tipo de lugar com música amplificada. Em outra pesquisa, observou-se que, o uso de fones de ouvido foi menor (76%), comparado à frequência a lugares com música amplificada: (91%)<sup>24</sup>.

A música é um som prazeroso ao ouvido humano; contudo, este ruído possui potencial para ser considerado prejudicial. Os sons prazerosos, como a música, apesar de serem menos prejudiciais, se comparados aos sons considerados não prazerosos, como os ruídos industriais/ocupacionais, não deixam de ser um fator de risco para perdas auditivas<sup>29</sup>. Os resultados encontrados neste estudo podem refletir a falta de conscientização dos jovens sobre a problemática deste tipo de ruído e seus efeitos.

Neste trabalho, foram levantados somente os hábitos referentes ao uso de fones de ouvido e o de frequentar lugares com música amplificada. Todavia, há estudos que abordaram outros tipos de hábitos (como praticar esportes, tocar instrumentos musicais, frequentar academias, entre outros), em que

a população jovem está inserida<sup>8,30</sup>. No entanto, o hábito de escutar música utilizando fones de ouvido é o mais comum entre os jovens. Os achados desta pesquisa confirmam esses dados, quando revelam que o número de adolescentes que relataram usar fones de ouvido foi maior que a frequência a lugares com música amplificada, corroborando o que vem sendo encontrado na literatura<sup>31,32</sup> no sentido de que esse comportamento está cada vez mais comum entre os adolescentes, podendo ser um risco para a audição.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados desta investigação, pode ser concluído que uma alta porcentagem dos adolescentes avaliados apresentou alterações nas emissões otoacústicas, tanto em transiente quanto em produto de distorção em pelo menos uma das orelhas. As amplitudes registradas foram maiores no gênero feminino e na orelha direita em ambos os testes e a prevalência de falhas foi maior entre os homens. Quanto à exposição à música amplificada, a maioria dos adolescentes fazem uso de fones de ouvido e frequentam ambientes com música amplificada.

## REFERÊNCIAS

1. Nudelmann AA, Costa EA, Seligman E, Ibañez RN. PAIR Perda Auditiva Induzida por Ruído. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p.79-84.
2. Barros SMS, Frota S, Atherino CCT, Osterne F. The efficiency of otoacoustic emissions and pure-tone audiometry in the detection of temporary auditory changes after exposure to high sound pressure levels. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007;73(5):592-8.
3. Rabinowitz P. Noise-induced hearing loss. *Am Fam Physician.* 2000;61(9):2749-56.
4. Daniel E. Noise and hearing loss: a review. *J Sch Health.* 2007;77(5):225-31.
5. Sliwinska-Kowalska M, Kotylo P. Evaluation of individuals with known or suspected noise damage to hearing. *Audiol Med.* 2007;5(1):54-65.
6. Silveira JAM, Brandão ALA, De Rossi J, Ferreira LLA, Name MAM, Estefan P, et al. Avaliação da alteração auditiva provocada pelo uso do walkman, por meio da audiometria tonal e das emissões otoacústicas (produtos de distorção): estudo de 40 orelhas. *Rev Bras Otorrinolaryngol.* 2001;67(5):650-4.
7. Dias A, Cordeiro R, Corrente JE, Gonçalves CGO. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. *Cad Saúde Pública.* 2006;22(1):63-8.
8. Wazen SRG, Russo ICP. Estudo da audição e dos hábitos auditivos de jovens do Município de Sorocaba - São Paulo. *Pró-Fono.* 2004;16(1):83-94.
9. Muniz L, Caldas N, Caldas NS, Lewis DR, Dóris R, Lessa F. Estudo das amplitudes das emissões otoacústicas em indivíduos exposto ao ruído de tráfego elétrico. *An Fac Med Univ Fed Pernamb.* 2001;46(1):28-31.
10. Marques FP, Costa EA. Exposure to occupational noise: otoacoustic emissions test alterations. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72(3):362-6.
11. Vasconcelos RM, Serra LSM, Aragão VMF. Transient evoked otoacoustic emissions and distortion product in school children. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(4):503-7.
12. Barboni M, Geralde AT, Goffi-Gomez MVS, Schultz C, Liberman PHP. Variação teste-reteste da amplitude das emissões otoacústicas transientes evocadas em indivíduos normais. *Arq Int Otorrinolaryngol.* 2006;10(2):119-24.
13. Momensohn-Santos TM, Russo ICP, Assayag FM, Lopes LQ. Determinação dos limiares tonais por via aérea e por via óssea. In: Momensohn-Santos TM, Russo ICP (orgs). *Prática da audiologia clínica.* 6ª ed. São Paulo: Cortez; 2007. p.67-95.
14. Fiorini AC, Fischer FM. Expostos e não expostos a ruído ocupacional: estudo dos hábitos sonoros, entalhe audiométrico e teste de emissões otoacústicas evocadas por estímulos transientes. *Distúrb Comun.* 2004;16(3):371-83.
15. Oliveira TMT, Vieira MM, Azevedo MF. Emissões otoacústicas em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional. *Pró-Fono.* 2001;13(1):17-22.
16. Souza DV. Estudo comparativo das emissões otoacústicas evocadas em militares expostos e não expostos ao ruído [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida; 2009.
17. Azevedo MF. Emissões otoacústicas. In: Figueiredo MS. *Emissões Otoacústicas e BERA.* São José dos Campos: Pulso; 2003. p.35-83.
18. Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Telischi FF. Emissões otoacústicas na prática clínica. In: Musiek FE e Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* São Paulo: Manole; 2001. p.163-92.
19. Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen AS Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. *Tratado de Audiologia.* São Paulo: Editora Santos; 2011. p.145-58.
20. Negrão MA, Soares E. Variações nas amplitudes de respostas das emissões otoacústicas evocadas e suscetibilidade à perda auditiva induzida por ruído - PAIR. *Rev CEFAC.* 2004;6(4):414-22.
21. Lapsley Miller JA, Marshall L, Heller LM, Hughes LM. Low-level otoacoustic emissions may predict susceptibility to noise-induced hearing loss. *J Acoust Soc Am.* 2006;120(1):280-96.
22. Olszewski J, Miłowski J, Olszewski S, Majak J. Hearing threshold shift measured by otoacoustic emissions alter shooting noise exposure in soldiers using hearing protectors. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;136(1):78-81.
23. Côrtes-Andrade IF, Souza AS, Frota SMMC. Estudo das emissões otoacústicas - produto de distorção durante a prática esportiva associada à exposição à música. *Rev CEFAC.* 2009;11(4):654-61.
24. Fissore L, Jannelli A, Casaprima V. Exploración auditiva en adolescentes mediante el uso de otoemisiones acústicas. *Arch Argent Pediatr.* 2003;101(6):448-53.
25. Salazar AMB, Fajardo CL, Vera CC, García PM, Solís FF. Comparación de emisiones otoacústicas producto de distorsión en individuos expuestos y no expuestos a ruido ocupacional. *Cienc Trab.* 2003;5(10):24-32.
26. Bezerra MD, Marques RA. Configurações audiométricas em saúde ocupacional. *RBPS.* 2004;17(2):61-5.
27. Torre P, Howell JC 3rd. Noise levels during aerobics and the potential effects on distortion product otoacoustic emissions. *J Commun Disord.* 2008;41(6):501-11.
28. Granjeiro RC. Estudo das emissões otoacústicas evocadas transientes e por produto de distorção em indivíduos com zumbido e limiar auditivo normal [dissertação]. Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde. Universidade de Brasília; 2005. 176p.
29. Pfeiffer M, Rocha RLO, Oliveira FR, Frota S. Intercorrência audiológica em músicos após um show de rock. *Rev CEFAC.* 2007;9(3):423-9.
30. Lacerda ABM, Gonçalves CGO, Zocoli AMF, Diaz C, Paula K. Hábitos auditivos e comportamento de adolescentes diante das atividades de lazer ruidosas. *Rev CEFAC.* 2011;13(2):322-9.
31. Hidecker MJC. Noise-induced hearing loss in school-age children: what do we know? *Semin Hear.* 2008;29(1):19-28.
32. Zocoli AM, Morata TC, Marques JM, Corteletti LJ. Brazilian young adults and noise: attitudes, habits, and audiological characteristics. *Int J Audiol.* 2009;48(10):692-9.