

Artigos originais

Estudo das emissões otoacústicas em indivíduos expostos a ruído de bateria universitária

Otoacoustic emissions in young adults exposed to drums noise of a college band

Paula Botelho da Silva⁽¹⁾

Ana Cláudia Fiorini⁽¹⁾

Marisa Frasson de Azevedo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP/EPM - São Paulo/SP - Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

RESUMO

Objetivo: verificar a ocorrência de alterações da função coclear e de zumbido em indivíduos expostos a ruído de uma bateria universitária.

Métodos: a amostra foi composta 50 sujeitos distribuídos em dois grupos: 25 músicos (grupo estudo) e 25 não músicos (grupo controle). Os procedimentos incluíram anamnese, audiometria tonal, vocal, medidas de imitação acústica e Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente, produto de distorção e curva de crescimento.

Resultados: na anamnese foi identificada correlação positiva entre a ocorrência de zumbido e as variáveis tempo de ensaio e o uso de estéreos pessoais. O grupo estudo apresentou valores de resposta geral das Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente significativamente menores, quando comparada ao grupo controle. No grupo estudo, foi observada uma tendência de piores respostas na f2 de 6 kHz no Produto de distorção, em ambas as orelhas. As Curvas de crescimento não diferiram entre os grupos. Não houve diferença entre os grupos com relação aos valores de *slope* e respostas das curvas de crescimento e Produto de Distorção.

Conclusão: as respostas das emissões otoacústicas foram piores nos jovens expostos (grupo estudo), quando comparados aos não expostos (grupo controle) indicando que podem ser um importante instrumento de identificação de alterações iniciais da atividade mecânica da cóclea.

Descritores: Ruído; Audição; Música; Células Ciliadas Auditivas

ABSTRACT

Purpose: to identify cochlear dysfunction and occurrence of tinnitus in young adults exposed to drums noise of a college band.

Methods: the sample included 50 subjects: 25 musicians (study group) and 25 non-musicians (control group). The procedures included anamnesis, pure tone audiometry, acoustic impedance and Transient Evoked Otoacoustic Emissions, Distortion Product Otoacoustic Emissions and Distortion Product Otoacoustic Emissions Input-Output function.

Results: positive correlation between the occurrence of tinnitus and the variables exposure time and use of personal stereos was found. Overall, the study group showed significantly lower Transient Evoked Otoacoustic Emissions, when compared to the control group. In the study group, there was a tendency toward worse response in 6 kHz(f2) in Distortion Product Otoacoustic Emissions in both ears. The Distortion Product Otoacoustic Emissions Input-Output function did not differ between groups nor did its slope.

Conclusion: in general, otoacoustic emissions were worse in noise-exposed young people (study group) when compared to the unexposed (control group), indicating that the test may be important in early identification of cochlear changes.

Keywords: Noise; Hearing; Music; Hair Cells, Auditory

RECEBIDO EM: 08/02/2017
ACEITO EM: 10/08/2017

Endereço para correspondência:

Paula Botelho da Silva
Rua Coronel Carlos Ambrogi, 235 –
Pirituba, São Paulo, São Paulo, Brasil
CEP: 02969-130
E-mail: paulabot.silva@hotmail.com

INTRODUÇÃO

É crescente o número de pesquisas sobre a exposição não ocupacional a níveis de pressão sonora elevados e seus prejuízos ao sistema auditivo.

Diversos estudos relacionam e demonstram a importância da utilização das emissões otoacústicas (EOA) na prevenção e diagnóstico de perda auditiva em indivíduos expostos a ruído, visto que os mesmos podem apresentar disfunções cocleares com audiograma normal¹.

As EOA foram definidas como sendo uma liberação de energia sonora originada na cóclea, que se propaga pela orelha média, até alcançar o meato acústico externo. As EOA são respostas de energia de audiodiferença da cóclea com origem nas células ciliadas externas e que podem ser captadas por um pequeno microfone no meato acústico externo, espontaneamente ou em resposta aos estímulos sonoros. Esta energia liberada pela cóclea é transmitida pela cadeia ossicular e membrana timpânica ao meato acústico externo possibilitando assim sua captação. Desta forma, o conjunto tímpano-ossicular deve estar íntegro para que esses sons provenientes da cóclea possam ser captados no meato acústico externo²⁻⁴.

As EOAPD surgem a partir da integração não-linear de dois tons puros simultâneos, apresentados à cóclea. Os dois tons apresentam-se com duas frequências diferentes (f_1 e f_2), as quais são denominadas de frequências primárias. Os melhores resultados são encontrados na frequência equivalente a $2f_1 - f_2$, na relação f_2/f_1 de 1,22^{5,6}.

As EOAPD podem ser obtidas de três maneiras⁷⁻⁹: Gráfico amplitude espectro que analisa as respostas ao estímulo apresentado numa determinada frequência e variação do nível sonoro; *PD Gram* que mostra a amplitude das emissões em diversas frequências a um determinado nível sonoro pré-fixado e a Curva de crescimento (*DP Growth Rate*) no qual as respostas são analisadas em uma frequência particular e em níveis sonoros decrescentes, a fim de se encontrar o limiar da resposta aos estímulos apresentados e fornecer informações sobre a não-linearidade coclear.

No estudo das EOA pode-se observar a não-linearidade da cóclea, a compressão coclear e o funcionamento das células ciliadas externas. O mecanismo auditivo é não-linear e esta não linearidade é essencial para uma função auditiva normal e adequada^{8,10-12}.

A aplicação das EOA tem sido recomendada para avaliar indivíduos expostos a ruído com objetivo de

identificar o mais cedo possível uma alteração e/ou o avanço de uma perda auditiva já adquirida^{1,13}. A redução das respostas das EOAPD após exposição a ruído é descrita na literatura¹⁴, observando-se menores respostas especialmente nas $f_2(s)$ de 5 e 6 KHz. As EOAPD são consideradas mais vantajosas para avaliar a função coclear, porque possibilitam verificar o crescimento da resposta de acordo com a variação dos níveis dos estímulos sonoros apresentados, como no caso das EOACC. Muitos estudos mostram a possível utilização da curva de crescimento como uma medida indireta da não linearidade coclear existente nos seres humanos^{15,16}. A curva de crescimento também pode ser utilizada para se obter limiares de surgimento das emissões otoacústicas, sendo um procedimento adicional na verificação da integridade auditiva dos indivíduos avaliados^{6,11,17}. O limiar de surgimento das EOAPD é considerado o menor nível de estímulo capaz de gerar uma resposta acima de 3 dBNPS do ruído de fundo⁹.

A curva de crescimento pode ser medida de três formas diferentes: pela área, *slope* ou limiar. A área é a diferença entre a amplitude do ruído presente ao fundo e a amplitude do produto de distorção, sendo então utilizadas para o cálculo apenas as respostas acima do ruído. Esta medida nos fornece a potência do amplificador coclear⁹. Já o *slope* informa sobre a não-linearidade coclear pela inclinação das respostas obtidas: o *slope* decresce de acordo com o aumento do nível sonoro. Esta taxa de redução é correspondente à região de compressão da curva de crescimento e se prolonga até 80 dBNPS. Desta forma, a partir da medida entre o limiar de resposta em som fraco e a máxima inclinação em sons fortes, torna-se possível estimar o nível em que a compressão ocorreu¹⁵. A compressão medida pelo *slope* sofre uma diminuição que ocorre paralelamente ao aumento da severidade da lesão, ou seja, quanto maior a severidade das lesões cocleares, menor o *slope*^{18,19}.

Em pesquisa com adolescentes com e sem zumbido, a audiometria de altas frequências e a pesquisa das EOAT (até 4.000 Hz) e EOAPD (até 12.000 Hz) não mostraram diferenças estatisticamente significante nas respostas cocleares, sugerindo assim que as células ciliadas externas de adolescentes com zumbido poderiam não estar comprometidas o suficiente para causar alterações auditivas grandes. O tempo de exposição ao ruído interfere nas respostas, visto que adultos com zumbido apresentam alterações. Neste mesmo estudo, observou-se que o uso de

estéreos pessoais e exposição a ruído, diminuem as respostas das emissões otoacústicas, mesmo não ocasionando no estudo diferenças estatísticas²⁰.

Diante da possibilidade das EOA mostrarem um indício de alteração mesmo com o audiograma dentro dos padrões de normalidade, surgiu o interesse em pesquisar as respostas destes testes em indivíduos jovens e expostos a ruído de bateria universitária.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a ocorrência de alterações da função coclear e de zumbido em indivíduos expostos a ruído de uma bateria universitária.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional transversal, com análise comparativa entre grupos. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (629513) e CEP 542.452. Este estudo foi desenvolvido no ambulatório da Disciplina dos Distúrbios da Audição da instituição de origem. Os participantes concordaram em participar da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A amostra foi constituída por 50 indivíduos estudantes universitários, participantes ou não de uma bateria de escola de samba, distribuídos em dois grupos. O grupo Estudo, formado por 25 indivíduos participantes da bateria de escola de samba da Universidade; e Grupo Controle constituído por 25 indivíduos não participantes da bateria de escola de samba. Os grupos foram pareados por idade e sexo, sendo comprovado por meio do Teste estatístico ANOVA. Foram incluídos indivíduos de ambos os sexos, de 18 a 30 anos, com otoscopia normal e curva timpanométrica tipo A²¹. Indivíduos com perda auditiva condutiva no momento da coleta, exposição prévia a ruídos ocupacionais e história de doenças metabólicas ou genéticas foram excluídos.

A bateria é composta por surdo, caixa, tamborim, repinique e ganzá. Durante os ensaios, foi realizada uma medição do ruído apenas exploratória da bateria universitária, com o aplicativo de celular *Decibelímetro HQ* posicionado na altura das orelhas dos participantes do ensaio. Foram realizadas três medições compostas por doze amostra cada, feitas durante um minuto, a cada cinco segundos²². As médias dos níveis de pressão sonora obtidas nas três medições foram, respectivamente: 96,2; 94,2; e 98,8 dBA.

Os indivíduos que se enquadraram na amostra, foram submetidos à anamnese composta por um

questionário contendo informações sobre o histórico auditivo, tempo de exposição ao ruído da bateria e uso de estéreos pessoais que também poderiam interferir no funcionamento coclear.

Para os procedimentos específicos, utilizou-se o equipamento ILO UBS-V6 da *Otodynamics* em cabina acústica. O equipamento dispõe de uma sonda, que foi posicionada no meato acústico externo do indivíduo.

A pesquisa das EOAT foi realizada com estímulo clique não-linear em ambas as orelhas alternadamente, com níveis em torno de 75 a 85 dB pe NPS. As bandas de frequências sob teste foram as de 1, 2, 3 e 4 kHz. Considerou-se presença de EOAT quando a relação sinal ruído foi igual ou superior 3 dB NPS, com reprodutibilidade geral maior que 50% e estabilidade de sonda maior ou igual a 70%²³.

A captação das EOAPD foi realizada nas f2(s) de 1000Hz a 6000Hz com L1= 65 e L2= 55 dBNPS. O critério de presença de EOAPD foi resposta positiva, ruído negativo e relação sinal-ruído igual ou superior a 6 dB, conforme recomendação da literatura²³.

A curva de crescimento foi obtida nas frequências de 2000, 3000, 4000 e 6000 Hz, registrando-se a resposta das emissões em função da diminuição dos níveis de pressão sonora em cada frequência. O limiar das EOAPD foi considerado como o menor nível de pressão sonora, com relação sinal ruído superior a 3 dB²⁴. Os estímulos f2 (L2) foram apresentados com a variação de 20 a 65 dB NPS em degraus de 5 dB, e o nível do estímulo f1 (L1) foi realizado a partir da fórmula proposta por Kummer et al (1998), a saber: $L1 = 0,4L2 + 39dB$. O *Slope* foi registrado e comparado entre os grupos, de tal modo que se pudesse medir a inclinação das respostas da curva de crescimento.

A análise estatística foi realizada a partir dos seguintes testes: o teste ANOVA foi utilizado para um único fator grupo (Oneway) para comparar idade entre os grupos, os dados das emissões otoacústicas, limiar e *Slope*. E o teste de correlação de Spearman foi usado para verificar correlações entre os dados qualitativos do questionário e os dados de EOA. Considerou-se *p* valor inferior a 0,05 como significante.

RESULTADOS

A amostra foi constituída em sua maioria por mulheres (88%) tanto para o grupo estudo como para o grupo controle. A idade média do grupo controle foi de 20,5 anos e do estudo foi de 20,6 anos, sem diferença entre os grupos ($p = 0,849$ - ANOVA). Observou-se que a maioria da amostra (76% controle e 60% estudo)

não apresentaram episódios de otite e, quando houve presença, a maior ocorrência foi na infância (75%). A maior parte da amostra não apresentou zumbido (80% GC e 64% GE). Quando houve zumbido, a maioria (92,3%) foi esporádico e de *pitch* agudo. Dos indivíduos avaliados, 78% fez uso de estéreos pessoais, sendo 60,5% por um período de até 30 minutos por dia, 31,6% de 30 a 60 minutos e 7,9% de 60 minutos ou mais.

A média de tempo de ingresso na bateria até a coleta foi de um ano e 92 dias. Quanto aos dias de ensaio, verificou-se que, em média, ensaiaram um dia e meio por semana, com duração de uma hora e meia.

A maioria dos participantes não faz uso de protetor (Tabela 1).

Análise de correlação de Spearman foi conduzida a fim de verificar correlações entre os dados dos questionários. Houve correlação positiva entre a ocorrência de zumbido (frequência e forma) e as variáveis tempo na bateria, dias e horas de ensaio. Assim, quanto maior os dias, tempo e horas de ensaio na bateria, maior a frequência de zumbido. Ocorreu também correlação entre a utilização de estéreos pessoais e zumbido, de forma que quanto maior o uso destes dispositivos, maior a ocorrência de zumbido (Tabela 2).

Tabela 1. Descrição do tempo de bateria, dias e horas de ensaio e uso de proteção auditiva no grupo estudo (n= 20)

Variável		n	%	Média	Desvio Padrão
Tempo de ingresso na Bateria	1 – 12 meses	9	36	1,92	,812
	12 – 24 meses	9	36		
	25 ou mais	7	28		
Dias de Ensaio	1	15	60	1,56	,870
	2	8	32		
	4	2	8		
Horas de Ensaio	1	18	72	1,28	,458
	2	7	28		
Protetor	Sim	5	20	1,80	,408
	Não	20	80		

Método estatístico: análise descritiva da frequência de ocorrência das variáveis

Tabela 2. Distribuição dos dados de correlação entre as variáveis do questionário

Variável		Otite	Zumbido	Estéreos Pessoais	Tempo na Bateria	Dias	Horas	Protetor
Frequência Zumbido	r_s	-0,16	,997	,126	,358	,175	,338	,627
	p	,913	,000**	,388	0,79*	,403	,098*	,001**
Estéreos pessoais	r_s	,157	,116	–	,179	,315	,067	,047
	p	,275	,422	–	,191	,126	,751	,824
Tempo na bateria	r_s	-,289	,344	,179	–	,345	,512	,079
	p	,162	,092	,191	–	,091*	,009*	,726
Dias Ensaio	r_s	,052	,0140	,315	,345	–	,463	-,152
	p	,804	,505	,126	,091*	–	,020	,468
Horas	r_s	,052	,282	,067	,512	,463	–	,089
	p	,804	,172	,751	,009*	,020	–	,672

Método estatístico: teste de correlação de Spearman

Na comparação entre os grupos, observou-se menores respostas gerais de EOAT no grupo estudo em ambas as orelhas (Tabela 3), com diferença significativa entre os grupos (ANOVA). Não houve diferença estatística entre os grupos quando comparados por bandas de frequência.

Quanto as EOAPD, na frequência de 6000 Hz em ambas as orelhas houve tendência do grupo controle apresentar melhor resposta (Tabela 4).

Tabela 3. Distribuição das respostas gerais das Emissões Otoacústicas Evocadas por estímulo transiente

Variáveis	Grupos	Média	DP	Mínimo	Máximo	F	P valor
EOAET	Estudo	20,41	5,26	12,3	31,4	12,37	,001*
Orelha Direita	Controle	28,34	9,96	12,3	45,7		
EOAET	Estudo	21,00	5,62	10,3	35,2	5,48	,023*
Orelha Esquerda	Controle	30,05	18,48	12,3	102		

Método estatístico: teste ANOVA

Legenda:

EOAET: Emissões Otoacústicas Evocadas por Estímulo Transiente

DP: Desvio Padrão

F: Frequência

P-valor.: Significância

Tabela 4. Distribuição das respostas do teste de Emissões Otoacústicas Produto de Distorção, por orelha e por grupo

Emissões PD (OD)		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
1 kHz	Estudo	12,6	12,2	4,5	35%	3,9	23,4	25	1,7	0,301
	Controle	11,1	12,1	5,6	51%	0	19	25	2,2	
2 kHz	Estudo	16,9	17,4	5,3	32%	6,6	29,1	25	2,1	0,323
	Controle	18,5	18,5	6,3	34%	3,2	28,2	25	2,5	
3 kHz	Estudo	15,2	15,7	6,0	39%	3,7	26,1	25	2,4	0,655
	Controle	15,9	15,6	5,4	34%	6,8	29,5	25	2,1	
4 kHz	Estudo	18,5	17,9	5,6	30%	6,4	29,3	25	2,2	0,601
	Controle	19,2	19,9	4,4	23%	7,3	28,2	25	1,7	
6 kHz	Estudo	15,8	15	6,8	43%	4,3	29	25	2,6	0,070
	Controle	19,3	20,5	6,5	34%	7	29,7	25	2,6	
Emissões PD (OE)		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
1 kHz	Estudo	10,8	10,3	5,6	52%	0	23,2	25	2,2	0,988
	Controle	10,8	11,9	7,3	67%	0	23,6	25	2,9	
2 kHz	Estudo	16,6	17,6	6,1	37%	4,3	29,4	25	2,4	0,757
	Controle	17,2	17,4	6,9	40%	4,3	30,6	25	2,7	
3 kHz	Estudo	15,5	16,5	5,4	35%	6,2	28,3	25	2,1	0,526
	Controle	14,4	13,5	6,6	45%	5,2	28,6	25	2,6	
4 kHz	Estudo	18,3	19	6,1	33%	8,3	31,3	25	2,4	0,923
	Controle	18,1	17,6	6,4	35%	6,5	32,9	25	2,5	
6 kHz	Estudo	15,9	15,4	5,8	37%	6	28,8	25	2,3	0,081
	Controle	18,9	21,3	6,0	32%	8	29,9	25	2,4	

Método estatístico: teste ANOVA

Legenda:

DP: Desvio Padrão

F: Frequência

p-valor: significância

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos na análise comparativa em relação aos valores médios de *slope* do DP, nas frequências de 2000 a 6000 Hz nas orelhas direita e esquerda. Houve apenas uma tendência (p valor: 0,085) de menor valor de *Slope* no grupo estudo, na frequência de 2 kHz da orelha direita.

Os limiares médios das curvas de crescimento do produto de distorção obtidos nas frequências de 2000Hz a 6000Hz variaram de 38 a 42,8 dBNPS sem diferenças entre os grupos (p valor inferior a 0,05).

DISCUSSÃO

Para a coleta da amostra, houve dificuldade no pareamento por sexo, visto que o curso de fonoaudiologia é composto em sua maioria por mulheres e não houve muita adesão de homens provenientes de outros cursos de graduação da Universidade. Desta forma, a amostra acabou sendo composta em sua maioria por mulheres (88%).

Quanto à musicalidade do grupo estudo, os indivíduos mais acessíveis e assíduos para realização dos exames foram os com ingresso na bateria de até dois anos, podendo este ter sido um fator determinante para os resultados encontrados na presente pesquisa. Pelo pouco tempo de ingresso, a maioria dos indivíduos apresentaram pouco tempo de ensaio na bateria; sendo que 60% ensaiavam apenas um dia por semana e destes, a maioria ensaiava apenas por uma hora (72%). Quando relacionado este fator com a variável zumbido, observou-se que quanto maior o tempo e horas de ensaio na bateria, maior tendência a presença de zumbido. Os músicos do presente estudo com maior tempo de bateria, dias e horas de ensaio apresentaram maior ocorrência de zumbido. A ocorrência da queixa de zumbido foi 23,5% no grupo estudo e 27,7% no grupo controle, não apresentando diferença estatisticamente significativa. Entretanto, houve correlação positiva da variável zumbido com tempo na bateria e horas de ensaio. Autores observaram em trabalhadores expostos a ruído o predomínio de zumbido bilateral do tipo “chiado”, com maior frequência durante a noite e correlacionado ao nível do ruído; de forma que quanto maior o tempo de exposição e o nível de pressão sonora do ruído, maior a ocorrência do zumbido^{25,26}. Tal resultado corrobora com os do presente estudo, visto que os músicos com maior tempo de bateria, dias e horas de ensaio apresentaram maior ocorrência de zumbido.

A amostra demonstrou ser adepta ao uso de estéreos pessoais (78%), hábito que pode ser considerado como mais um risco de efeitos auditivos. Pesquisas mostram que o uso excessivo desses dispositivos vem aumentando a cada dia devido à urbanização e avanço da tecnologia, podendo causar alterações auditivas devido ao tempo e volume elevado da música, podendo até diminuir as respostas das emissões otoacústicas^{20,22,27,28}.

Quanto a utilização de protetor auditivo, 80% dos indivíduos do grupo estudo não usaram nenhum tipo de proteção. Este dado sugere que a amostra, mesmo sendo a maioria composta por alunas do curso de Fonoaudiologia, não utilizam a proteção necessária. Desta forma, campanhas de conscientização e medidas de proteção deveriam ser intensificadas em toda comunidade.

Supostamente, os níveis de pressão sonora registrados durante os ensaios parecem elevados, com médias superiores a 96 dBA, o que poderia ser prejudicial para a audição. Apesar da avaliação do ruído não ter sido o objetivo geral da presente pesquisa, vale ressaltar que mesmo sendo exposições a níveis elevados, o tempo de duração dos ensaios é, em média, uma hora. Assim, se avaliarmos segundo a Norma Regulamentadora 15 do Ministério de Trabalho e Emprego, a exposição diária aceitável para este nível de ruído é de 1 hora e 45 minutos²⁹. Assim, considerando a idade dos sujeitos e o pouco tempo de exposição, acredita-se que os resultados obtidos no presente estudo estavam dentro do esperado pela caracterização da amostra.

A mudança permanente do limiar auditivo pode ocorrer pela exposição continuada a sons em níveis elevados, principalmente quando não há repouso entre as exposições. A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) é influenciada por fatores como: características físicas do ruído (tipo, nível de pressão sonora e espectro), tempo de exposição (frequência e horas) e suscetibilidade individual^{26,30}. Na presente pesquisa, para evitar que mesmo breves exposições a níveis sonoros elevados pudessem influenciar os resultados dos testes, os procedimentos só foram realizados com pelo menos 48 horas após o último ensaio da bateria. Além disso, também foi utilizado como critério de inclusão a presença de curva timpanométrica do tipo A, para garantir a não ocorrência de alterações na orelha média no momento da coleta, que pudessem influenciar os resultados. Assim, os testes de EOA foram de maior confiabilidade.

A exposição ao ruído em trabalhadores industriais ou músicos, pode ocasionar diminuição na amplitude das emissões otoacústicas transientes e produto de distorção. De fato, estudos demonstram que quando existem alterações em um terço das células ciliadas externas, a audiometria tonal permanece normal, com redução nas respostas das EOA, o que encontramos em nossa pesquisa. Trabalhos tem revelado que quanto maior a exposição ao ruído, menor a resposta encontrada nos testes, principalmente nas f2(s) de 4 e 6KHz em ambas as orelhas^{1,31}. No presente estudo, observou-se resultado similar com diminuição das EOAT no grupo exposto a ruído. Além disso, nas EOAPD ocorreu diminuição de respostas nas f2(S) de 4000 e 6000 Hz no grupo estudo, na orelha direita e tendência de menores respostas de EOAPD na f2 de 6000 Hz. Este resultado era esperado, pois estudos da literatura referem maior ocorrência de alterações auditivas primeiramente nas frequências mais altas, por serem mais suscetíveis, em especial na região entre 3 e 6 KHz, em indivíduos expostos ao ruído^{1,29,32,33}.

As respostas médias do Limiar da Curva de crescimento das EOAPD variaram de 38 a 41,8 dB, similares ao encontrado na literatura^{5,34,35}. Não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos, pois os mesmos apresentaram resultados similares. Nas EOACC as respostas foram obtidas de 30 a 75 dB, sendo que a maior resposta em f2 na frequência de 6 kHz da orelha direita, com 75 dB, no grupo estudo. O menor valor foi obtido com 30 dB em todas as f2(s), em ambos os grupos. Na literatura, encontramos um estudo, o qual obteve-se melhor resposta com 50 dBNPS para as f2 de 1000 e 2000 Hz, 45 dBNPS para 4000 e 5000 Hz e um limiar máximo de 70 dBNPS para todas as frequências sob teste⁵, similarmente ao obtido no nosso estudo.

O *slope* nos informa sobre a não-linearidade coclear pela inclinação das respostas, ou seja, decresce conforme o aumento do nível de pressão sonora do estímulo, reduzindo a não linearidade quanto maior for a severidade da lesão coclear. Após a exposição ao ruído, o *slope* pode aparecer mais inclinado e com valores menores, podendo então indicar uma alteração no mecanismo de compressão nas células ciliadas externas, ou seja, uma curva de crescimento mais acentuada nas disfunções cocleares³⁶. Este padrão não foi observado no presente estudo, pois os valores de *slope* variaram de 0,4 a 1,0 dB, sem diferença entre os grupos. Houve apenas uma tendência de menores valores no grupo estudo na frequência de 2000 Hz

na orelha direita. Tal resultado também foi observado em outro estudo, que analisou a curva de crescimento das emissões em adultos normouvintes com e sem zumbido, identificando limiares mais elevados em 2.000 Hz no grupo com zumbido, caracterizando a frequência de 2.000 Hz como mais vulnerável¹⁶. Os valores de *Slope* obtidos no presente estudo assemelham-se aos obtidos na literatura em indivíduos adultos audiológicamente normais, cujos valores médios encontram-se próximo a 1dB^{12,37,38}.

Diante de tais resultados, os participantes foram informados sobre a importância da utilização de protetores auditivos e sobre os efeitos deletérios do ruído na audição, assim como da importância do monitoramento audiológico para a prevenção de futuras perdas auditivas.

CONCLUSÕES

Os jovens expostos a ruído apresentaram menor amplitude das respostas gerais das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente, quando comparados aos não expostos.

A ocorrência de zumbido se correlacionou com o tempo de exposição e uso de estéreos pessoais, sendo assim, quanto maior o tempo de exposição ao ruído, maior ocorrência de zumbido.

REFERÊNCIAS

1. Borger ME, Sampaio ALL, Oliveira CACP. Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional. *Gestão & Saúde*. 2013;4(2):2065-77.
2. Kemp DT. Stimulated otoacoustic emissions from within the human auditory system. *J. Acoust Soc Am*. 1978;64(5):1386-91.
3. Berlin CL, Hood LJ, Wen H, Szabo P, Cecola RP, Rigby P et al. Contralateral suppression of non-linear click evoked otoacoustic emissions. *Hear Res*. 1993;71(1-2):1-11.
4. Lopes FO, Carlos R, Thomé D, Eckley C. Emissões Otoacústicas transitória e produto de distorção na avaliação da audição em recém-nascidos com poucas horas de vida. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 1996;62(3):220-8.
5. Tiradentes JB, Coube CZV, Costa Filho OA. Estudo do padrão de respostas das curvas de crescimento (dp growth rate) das emissões otoacústica produto de distorção em indivíduos com audição normal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002;68(1):21-6.

6. Almeida PP, Sanches SGG, Carvalho RMM. Otoacoustic emissions growth rate threshold: distortion product in neonates. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2010;22(4):09-14.
7. Kemp DT. Evidence of mechanical nonlinearity and frequency selective wave amplification in the cochlea. *Arch otorhinolaryngol.* 1979;224(1-2):37-45.
8. Gorga MP, Neely ST, Dierking DM, Kopun J, Jolkowski K et al. Low frequency and high-frequency cochlear nonlinearity in humans. *J Acoust Soc Am.* 2007;122(3):1671.
9. Gates GA, Mills D, Nan B, D'Agostino R, Rubel E. Effect of age on the distortion product otoacoustic emission growth functions. *Hear Res.* 2002;163(1-2):53-60.
10. Gorga MP, Neely ST, Dorn PA, Hoover BM. Further efforts to predict pure-tone thresholds from distortion product otoacoustic emission input/output functions. *J Acoust Soc Am.* 2003;113(6):3275-84.
11. Neely ST, Johnson TA, Kopun J, Dierking DM, Gorga MP. Distortion-product otoacoustic emissions input/output in normal hearing and hearing-impaired human ears. *J Acoust Soc Am.* 2009;126(2):728-38.
12. Campos UP, Carvalho RMM. Correlation between DPOAE I/O functions and pure-tone thresholds. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(6):754-60.
13. Frota S, Iório MCM. Emissões otoacústicas por produtos de distorção e audiometria tonal liminar: estudo da mudança temporária do limiar. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(1):15-20.
14. Salazar A, Fajardo L, Vera C, García M, Solís F. Comparación de emisiones otoacústicas producto de distorsión en individuos expuestos y no expuestos a ruido ocupacional. *Ciencia & Trabajo.* 2003;5(10):24-32.
15. Dorn PA, Konrad-Martin, Neely ST, Keefe DH, Cyr E, Gorga MP. Distortion product otoacoustic emission input/output functions in normal hearing and hearing-impaired human ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 2001;110(6):3119-31
16. Sanches SGG, Sanchez T, Carvalho RMM. Influence of Cochlear Function on Auditory temporal Resolution in tinnitus Patients. *Audiol and Neurootol.* 2010;15(5):273-81.
17. Johnson TA, Neely ST, Kopun JG, Dierking DM, Tan H, Gorga MP. Clinical test performance of distortionproduct otoacoustic emissions using new stimulus conditions. *Ear Hear.* 2010;31(1):74-83.
18. Jassen T. Diagnostocs of the cochlear amplifier by means of DPOAE growth functions. *HNO.* 2005;53(2):121-33.
19. Sisto R. Modeling the growth rate of distortion product otoacoustic emissions by active nonlinear oscillators. *J. Acoust Soc Am.* 2004;116(3):32-8.
20. Sanchez TG, Oliveira JC, Kii MA, Freire K, Cota J, Moraes FV. Tinnitus in adolescents: the start of vulnerability of the auditory pathways. *CoDAS.* 2015;27(1):5-12
21. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch. Otolaryngol.* 1970;92(4):311-24.
22. Rocha EB, Azevedo MF, Ximenes Filho JA. Study of the hearing in children born from pregnant women exposed to occupational noise: Assessment by distortion product otoacoustic emissions. *BJORL.* 2007;73(3):359-69.
23. Finitzo T, Albright K, Oneal J. The newborn with hearing loss: detection in the nursery. *Pediatrics.* 1998;102(6):1452-60.
24. Gorga MP, Neely ST, Ohlrich B, Hoover B, Redner J, Peters J. From laboratory to clinic: a large scale study of distortion product otoacoustic emissions in ears with normal hearing and ears with hearing loss. *Ear & Hearing.* 1997;18(6):440-55.
25. Steinmetz LG, Zeigelboim BS, Lacerda AB, Morata TC, Marques JM. The characteristics of tinnitus in workers exposed to noise. *BJORL.* 2009;75(1):7-14.
26. Harger MRHC, Barbosa-Branco A. Efeitos auditivos decorrentes da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de marmoraria no Distrito Federal. *Rev Ass Med Bras.* 2004;50(4):396-9.
27. Luz TS, Borja ALF. Sintomas auditivos em usuários de estéreos pessoais. *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* 2012;16(2):163-9.
28. Barcelos DD, Dazzi NS. Effects of the MP3 player on hearing. *Rev. CEFAC.* 2014;16(3):779-91.
29. Negrão MA, Soares E. Variation in amplitudes of evoked otoacoustic emissions and suceptibility to hearing loss induzed by nois-hlin. *Rev. CEFAC.* 2004;6(4):414-22.
30. Pinto AS, Cunha LJP, Santos LDS, Távora EMM, Filho JSCS, Toguchi LN et al. O ruído urbano e a saúde auditiva. *Lato & Senso.* 2002;3(5):90-3.
31. Monteiro VM, Samelli AG. Estudo da audição de ritmistas de uma escola de samba de São Paulo. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(1):14-8.
32. Maia JRF, Russo ICP. Study of the hearing of rock and roll musicians. *Pró-Fono R Atual. Cient.* 2008;20(1):49-54.

33. Teles RM, Medeiros MPH. Perfil audiométrico de trabalhadores do distrito industrial de Maracanaú - CE. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(3):233-9.
34. Sanches SGG. Função coclear e resolução temporal em indivíduos com zumbido. [Tese] São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2008.
35. Coube CZV, Costa Filho OA. Emissões otoacústica evocadas: produto de distorção em indivíduos com audição normal. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 1998;64(4 pt1):33-45.
36. 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.
37. Gehr DD, Janssen T, Michaelis CE, Deingruber K, Lamm K. Middle ears and cochlear disorders results in different DPOAE growth behavior: implications for the differentiation of sound conductive and cochlear hearing loss. *Hear Res.* 2004;193(1-2):9-19.
38. Buzo BC. Emissões otoacústicas produto de distorção: estudo da função de crescimento em indivíduos com limiares audiométricos normais. [dissertação] São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007.