

Tanit Ganz Sanchez^{1,2,3}
 Juliana Casseb Oliveira¹
 Márcia Akemi Kij^{1,2}
 Katya Freire²
 Jaci Cota¹
 Fernanda Vieira de Moraes¹

Descritores

Zumbido
 Adolescente
 Audiometria
 Hiperacusia

Keywords

Tinnitus
 Adolescent
 Audiometry
 Hyperacusis

Endereço para correspondência:

Tanit Ganz Sanchez
 Avenida Padre Pereira de Andrade, 353,
 São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05469-000.
 E-mail: tanitsanchez@gmail.com

Recebido em: 30/10/2013

Aceito em: 25/09/2014

Zumbido em adolescentes: o início da vulnerabilidade das vias auditivas

Tinnitus in adolescents: the start of the vulnerability of the auditory pathways

RESUMO

Embora o zumbido seja um sintoma cada vez mais comum, poucos estudos avaliaram sua prevalência ou incidência entre adolescentes. **Objetivo:** Avaliar se a presença de zumbido em adolescentes está associada a lesões auditivas mínimas, avaliadas por audiometria de altas frequências (AAF), emissões otoacústicas (EOA) e limiar de desconforto a sons (LDL). **Métodos:** Participaram da amostra 168 alunos adolescentes de uma escola particular, sendo 61,3% do gênero masculino e com média de idade de 14,1 anos (desvio padrão=2). Todos responderam a um questionário sobre zumbido e hipersensibilidade auditiva (intolerância a sons) e foram submetidos à otoscopia, audiometria tonal convencional e de frequências acima de 8.000 Hz, LDL, EOA transientes (EOAT) e produto de distorção (EOAPD) e acufenometria (esta apenas naqueles com zumbido). Em seguida, foram divididos em três grupos: Sem Zumbido (n=73; 43,4%), Zumbido Esporádico (n=47; 28%) e Zumbido Constante (n=48; 28,6%). **Resultados:** Não houve diferença significativa entre os grupos em relação aos limiares da audiometria nas frequências de 250 a 16.000 Hz, nem nas EOAT ou EOAPD. Entretanto, o LDL dos adolescentes com zumbido constante foi significativamente menor do que o dos demais grupos, sugerindo hipersensibilidade auditiva. **Conclusão:** Não houve evidência de alterações auditivas mínimas na audiometria e EOA. Entretanto, a diminuição do LDL em jovens com zumbido constante sugere que suas cócleas sejam mais sensíveis. Portanto, esse pode ser o primeiro sinal de vulnerabilidade a sons, mas o acompanhamento desses adolescentes a médio prazo poderá demonstrar se tais regiões entrarão em processo de comprometimento funcional, alterando os limiares audiométricos e as EOA.

ABSTRACT

Introduction: Although tinnitus is an increasingly common symptom, few studies have assessed its prevalence or incidence among adolescents. **Purpose:** To assess whether the presence of tinnitus in adolescents is associated with minimal hearing damage, evaluated through high-frequency audiometry (HFA), otoacoustic emission (OAE), and loudness discomfort level (LDL). **Methods:** The sample comprised 168 adolescents of a private school (61.3% boys; mean age 14.1 years old; standard deviation=2). All of them completed a questionnaire about tinnitus and hypersensitivity to sounds (sound intolerance), and then underwent otoscopy, pure-tone audiometry, HFA, LDL, transient and distortion product otoacoustic emissions (TOAE and DPOAE), and tinnitus pitch/loudness matching (the latter only in those with tinnitus). Participants were later divided into three groups: with no tinnitus (n=73, 43.4%), with sporadic tinnitus (n=47, 28%), and with constant tinnitus (n=48, 28.6%). **Results:** No significant difference was observed between the groups regarding audiometry thresholds in frequencies from 0.25 to 16 kHz, or TOAE and DPOAE. However, the LDL in adolescents with constant tinnitus was significantly lower than that in other groups, suggesting hypersensitivity to sounds. **Conclusion:** There was no evidence of minimal hearing damage in the audiometry and OAE. Nonetheless, the decreased LDL in adolescents with constant tinnitus suggests that their auditory system is more sensitive. Therefore, this may be the first sign of vulnerability to sounds. Future medium- to long-term monitoring of these students may show whether they will begin a process of functional impairment, altering hearing thresholds, and OAE.

Trabalho realizado no Colégio Santa Cruz – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Instituto Ganz Sanchez – São Paulo (SP), Brasil.

(2) Associação de Pesquisa Interdisciplinar e Divulgação do Zumbido – São Paulo (SP), Brasil.

(3) Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

Embora o zumbido seja um sintoma cada vez mais prevalente na população mundial e nas consultas clínicas, poucos estudos avaliaram sua prevalência ou incidência entre adolescentes. Os resultados encontrados na literatura foram muito variáveis (entre 3,5 e 69%), porém sugeriram que ele é mais comum do que o esperado⁽¹⁻⁷⁾. Mesmo assim, profissionais com experiência no assunto raramente atendem adolescentes com queixa de zumbido, o que sugere a existência de algum mecanismo natural de adaptação à queixa.

Por outro lado, os jovens, de uma forma geral, tendem a ter um comportamento de risco para o ouvido durante seus hábitos de lazer, muitas vezes por falta de informação. Adolescentes brasileiros apreciam música alta, em especial, aquela reproduzida por mídias pessoais⁽²⁾, e não se preocupam com a exposição prolongada nem com o volume excessivo do som, comportamentos que os expõem a lesões cocleares precoces e irreversíveis⁽⁴⁾. Na Holanda, 70% dos jovens relataram frequentar danceterias e 24,6% apresentam risco para a perda auditiva pela exposição estimada a 100 dBA por mais de uma hora por semana, sem o uso de proteção auditiva⁽⁸⁾.

Sabe-se que alterações cocleares — mesmo que mínimas — podem originar zumbido⁽⁹⁾ e hiperacusia⁽¹⁰⁾, essa última também conhecida como um tipo de hipersensibilidade auditiva ou intolerância a sons. Inclusive, a associação entre ambos é frequente e pode alcançar 63 a 90% dos casos⁽¹¹⁾. Ambos são sintomas subjetivos geralmente avaliados por meio de questionários, mas o zumbido pode ser mensurado por acufenometria (medida da frequência e intensidade do zumbido, assim como dos limiares mínimos de mascaramento) e a hiperacusia, pelo limiar de desconforto a sons (LDL, do inglês *Loudness Discomfort Levels*). O LDL não é solicitado rotineiramente pelos otorrinolaringologistas nem realizado no dia-a-dia dos fonoaudiólogos para investigação clínica, exceção feita à rotina de adaptação de próteses auditivas.

Assim, do ponto de vista clínico, tanto o zumbido como a hiperacusia podem ser considerados como sintomas de alerta do acometimento precoce da via auditiva periférica, antes que alguma perda auditiva seja percebida pelo paciente ou demonstrada pela audiometria convencional de 250 a 8.000 Hz. Já do ponto de vista audiológico, dois exames são considerados mais minuciosos para detectar alterações auditivas mínimas: emissões otoacústicas (EOA) e audiometria de frequências acima de 8.000 Hz.

A presença das emissões otoacústicas indica integridade do mecanismo de recepção coclear pré-neural aos sons e a avaliação específica por frequência fornece informações sobre diferentes partes da cóclea⁽¹²⁾. Vários estudos com adultos apresentando audiometria convencional normal já demonstraram que a presença do zumbido geralmente se associa a alterações nas emissões otoacústicas⁽¹³⁻¹⁶⁾. Isso reforça que o zumbido pode aparecer antes da perda auditiva e que as emissões otoacústicas podem detectar alterações cocleares mínimas em indivíduos com audiometria normal.

A audiometria de altas frequências assumiu papel de destaque no diagnóstico audiológico, pois essas frequências são

as primeiras a serem acometidas na maioria das doenças que afetam a orelha interna⁽¹⁷⁾. Estudos têm demonstrado piora dos limiares auditivos de altas frequências em indivíduos com zumbido, antes das alterações características na faixa de frequências convencional⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

Zumbido em adolescentes é um tema pouco explorado na literatura científica e pouco valorizado na rotina profissional de pediatras, hebiatras, otorrinolaringologistas e fonoaudiólogos. A possível comprovação de que sua presença em idade tão precoce já sugere alguma fragilidade do sistema auditivo teria poder motivacional para obtenção de atitudes mais ativas dos profissionais, pais, professores e talvez dos próprios adolescentes.

O objetivo do estudo foi avaliar se a presença de zumbido em adolescentes está associada a lesões auditivas mínimas, investigadas por audiometria de altas frequências, emissões otoacústicas e LDL.

MÉTODOS

Projeto e configuração

Este estudo faz parte da primeira etapa de um “estudo-mãe” de três fases sobre zumbido em adolescentes, que está avaliando a prevalência, a resposta ao tratamento e o seguimento a longo prazo. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa na Plataforma Brasil (CAAE: 01734412.4.0000.0076) e recebeu financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2011/18797-7).

Dada a distribuição socioeconômica nacional, queríamos garantir que os adolescentes da amostra a ser selecionada teriam liberdade financeira para usufruir dos hábitos de lazer de sua preferência, para que a equipe pudesse analisá-los. Assim, o estudo foi realizado em uma escola particular (Colégio Santa Cruz, em São Paulo), depois de uma longa discussão com o diretor e os professores, de modo a proteger os estudantes tanto quanto possível e evitar qualquer interferência no horário das atividades escolares.

Seleção da amostra

O diretor do colégio e as pesquisadoras enviaram convite aos pais de 470 alunos adolescentes, regularmente matriculados, para participarem da pesquisa dentro das instalações do colégio, solicitando um consentimento formal por escrito dos pais ou responsáveis, de modo que os adolescentes pudessem comparecer à pesquisa com agendamento prévio. Do total de adolescentes convidados, 207 famílias autorizaram a participação dos estudantes na pesquisa, mas 168 adolescentes compareceram de fato. Nenhum critério de exclusão foi previamente aplicado, mas os participantes com cerúmen no meato acústico externo, dor ou disfunção tubária devido a infecções de ouvido, nariz e garganta tiveram sua avaliação adiada até normalização do exame físico, de modo a minimizar a influência nos resultados.

A amostra final foi então composta por 168 adolescentes com faixa etária entre 11 e 17 anos (idade média de 14,1 anos; desvio padrão=2 anos) e predomínio do gênero masculino (61,3%).

Procedimentos

Todos os adolescentes foram avaliados pela mesma equipe profissional em uma única sessão com duração de 30 a 40 minutos. Tal equipe foi composta por duas otorrinolaringologistas e duas fonoaudiólogas, todas com experiência clínica em zumbido.

As otorrinolaringologistas realizaram:

1. entrevista com cada adolescente, com ou sem os pais, por meio de um questionário específico criado para esta pesquisa, sobre a autopercepção de perda auditiva, zumbido e hipersensibilidade auditiva (ou intolerância a sons). Os sujeitos com presença de zumbido foram solicitados a avaliar o incômodo em uma escala visual analógica (EVA) de 0 a 10. Também foi avaliada a frequência de exposição a hábitos de lazer com risco potencial, como fone de ouvido, música ambiental em eventos noturnos e celular no ouvido (excluindo-se o uso para digitar mensagens ou acessar Internet);
2. exame físico, com ênfase na otoscopia (remoção de cerúmen e descamações sempre que necessário);
3. relatório final com os resultados de todos os exames a serem apresentados aos adolescentes, pais e diretor da escola.

As fonoaudiólogas realizaram os seguintes exames em todos os sujeitos:

1. Audiometria tonal de 250 a 16.000 Hz, utilizando o audiômetro de dois canais *Ziptom (Sancout)* e fones *Senheiser HDA 200*, dentro da cabina acústica, pesquisando os limiares tonais por meio da técnica descendente-ascendente. A pesquisa da via óssea foi realizada quando algum limiar de via aérea esteve maior que 15 dBNA nas frequências de 500 a 4.000 Hz.
2. LDL, com o audiômetro de dois canais *Ziptom (Sancout)* e fones *Senheiser HDA 200*, pesquisando os limiares de desconforto nas frequências de 500, 1.000, 2.000 e 4.000 Hz bilateral, dentro da cabina acústica.
3. emissões otoacústicas transientes (EOAT), nas frequências de 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000 Hz e emissões otoacústicas produto de distorção (EOAPD), nas frequências de 2.000, 3.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000, 12.000 Hz, utilizando o aparelho *OtoRead (Interacoustics)*. Com o participante sentado em sala silenciosa e o mais imóvel possível, o equipamento monitorou automaticamente o nível de ruído, a estabilidade do estímulo durante o teste e o posicionamento adequado da sonda. Quando um desses aspectos estava inadequado, a oliva foi trocada ou reposicionada e a avaliação, reiniciada.

Os adolescentes que tiveram zumbido no momento da avaliação foram submetidos também à acufenometria, incluindo a pesquisa da frequência e intensidade mais semelhantes às do zumbido e dos limiares mínimos de mascaramento (menor intensidade do estímulo *narrow band* necessária para mascarar o zumbido).

Somente a partir disso, os 168 adolescentes foram divididos em três grupos, conforme a Tabela 1.

RESULTADOS

Os dados referentes à prevalência do zumbido nos participantes deste estudo foram enviados para publicação à parte (Sanchez et al., *Pediatrics*, no prelo). Portanto, os resultados descritos a seguir referem-se exclusivamente à comparação dos dados entre os três grupos de adolescentes (sem zumbido, com zumbido esporádico e com zumbido constante).

Avaliamos a distribuição da amostra em relação a gênero, idade, IMC (Índice de Massa Corpórea), incômodo com sons diários e hábitos de lazer relacionados a fones de ouvido, eventos com música alta (festas, danceterias, shows) e uso de celular no ouvido. As características epidemiológicas foram semelhantes, mas houve tendência estatística de os participantes com zumbido constante serem mais jovens do que os demais grupos ($p=0,06$), o que foi confirmado na comparação entre apenas os dois grupos com zumbido ($p=0,04$). Os sujeitos com zumbido constante referiram incômodo com sons do dia-a-dia na anamnese de forma mais frequente do que os demais grupos ($p=0,02$). A exposição aos hábitos potencialmente lesivos aos ouvidos foi frequente em todos os grupos, sem diferença estatística. Entretanto, a sensação de aparecimento ou piora temporária do zumbido essencialmente relacionado à saída de ambientes ruidosos (festas, shows, danceterias) foi significativamente mais comum nos dois grupos com zumbido ($p<0,001$).

Diferente do esperado, a Tabela 2 mostra que não houve diferença significativa entre os limiares tonais obtidos em todas as frequências analisadas nos três grupos. Como ponto de reforço desse resultado, a análise dos limiares nas frequências classicamente mais afetadas por exposição a ruído (3.000, 4.000 e 6.000 Hz) foi extremamente homogênea entre os grupos, alcançando valores de p variando de 0,334 a 0,899. Exceção foi feita na frequência de 2.000 Hz, em que o grupo de adolescentes com zumbido constante teve os melhores resultados (limiares menores, $p=0,02$).

Para as emissões otoacústicas, realizamos análise descritiva dos resultados de cada frequência obtida em cada orelha por meio de média, mediana, desvio padrão, valores mínimos e máximos. A Tabela 3 mostra que não houve diferença

Tabela 1. Critérios adotados para formação de três grupos de adolescentes na pesquisa, considerando-se as respostas ao questionário e à acufenometria

Grupo	Questionário:	Acufenometria na cabina acústica	Número de sujeitos (%)
	“Você tem ou teve zumbido nos últimos 12 meses?”		
Sem zumbido	Não	Sem zumbido	73 (43,45)
Zumbido esporádico	Sim	Zumbido ausente no momento	47 (27,98)
Zumbido constante	Sim	Zumbido mensurado	48 (28,57)

significativa na intensidade e na relação sinal/ruído das EOAT e das EOAPD entre os três grupos ($p>0,05$).

Analisamos as correlações entre os limiares tonais e as emissões otoacústicas (EOAT e EOAPD) nas frequências que são comuns a ambos os exames (2, 3 e 4 kHz) e em cada orelha. Para praticamente todas as frequências, quanto maior o limiar encontrado na audiometria, menor o valor das emissões otoacústicas para ambos os parâmetros (EOAT e EOAPD) ($r<0$ e $p<0,05$). Exceção foi feita na frequência de 2.000 Hz na orelha direita, embora ela tenha seguido a direção dos demais resultados ($p=0,084$).

Em relação aos LDLs, realizamos análise descritiva dos resultados por meio de média, mediana, desvio padrão, valores mínimos e máximos. A Tabela 4 mostra que os LDLs apresentam diferença significativa em todas as frequências de ambos os ouvidos entre os grupos ($p<0,001$). Aprofundando essa análise, fizemos também comparações do LDL entre os grupos (dois a dois). A Tabela 5 nitidamente mostra que, em todas as frequências de ambos os ouvidos, os adolescentes com zumbido constante apresentaram LDLs estatisticamente menores que os demais adolescentes ($p<0,05$). Assim, os adolescentes com zumbido constante apresentam maior hipersensibilidade auditiva (ou intolerância a sons), uma vez que seu desconforto

com sons inicia-se em intensidades mais fracas do que as de adolescentes com zumbido esporádico ou sem zumbido.

DISCUSSÃO

Com base em nossa experiência clínica e de pesquisa com zumbido em adultos e sua grande associação com perda auditiva, o planejamento desse primeiro “estudo-mãe” com adolescentes sugeriu que encontraríamos:

1. alta prevalência de zumbido entre os adolescentes por causa da exposição a hábitos de lazer com risco potencial para os ouvidos, como uso de fones de ouvido em alto volume e por tempo prolongado, ida a locais de música ambiental em alto volume (shows, festas, danceterias, raves etc.) e uso frequente de celular no ouvido. Esse item realmente foi confirmado e detalhado em outro artigo⁽²¹⁾. Em resumo, usando-se o questionário criado para a pesquisa, verificamos que mais de 50% dos avaliados responderam “sim” à pergunta “Você tem ou teve zumbido nos últimos 12 meses”, excetuando-se uma ou duas vezes e com duração inferior a cinco minutos. Este dado está de acordo com outras pesquisas de prevalência que utilizaram questionário como instrumento de obtenção dos dados^(1,4,6). Adicionalmente,

Tabela 2. Descrição dos limiares tonais dos três grupos em todas as frequências de 250 a 16.000 Hz

Orelha	Frequência	Grupo																		Valor de p	
		Sem zumbido						Zumbido esporádico						Zumbido constante							
		Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n		
Direita	250 Hz	8,58	4,18	10	0	20	73	7,45	4,02	5	0	20	47	7,81	3,25	10	0	15	48	0,262	
	500 Hz	8,49	4,62	10	0	20	73	7,66	4,41	5	0	20	47	6,87	3,67	5	0	15	48	0,318	
	1 kHz	6,03	4,48	5	0	20	73	5,32	4,47	5	0	20	47	4,69	3,16	5	0	10	48	0,335	
	2 kHz	5,48	6,08	5	0	40	73	5,96	4,50	5	0	15	47	5,00	4,84	5	0	25	48	0,386	
	3 kHz	4,66	6,20	5	0	40	73	4,68	6,20	5	0	30	47	3,75	4,56	5	0	20	48	0,791	
	4 kHz	3,29	5,73	0	0	35	73	3,09	5,17	0	0	25	47	3,12	4,33	0	0	20	48	0,892	
	6 kHz	6,64	5,53	5	0	25	73	6,81	5,85	5	0	25	47	6,67	4,65	5	0	20	48	0,899	
	8 kHz	6,30	5,07	5	0	25	73	5,11	5,57	5	0	25	47	5,10	4,44	5	0	20	48	0,221	
	9 kHz	5,77	8,39	5	0	60	71	4,47	5,24	5	0	15	47	4,27	5,26	5	-5	25	48	0,653	
	10 kHz	6,34	10,21	5	0	65	71	4,79	5,00	5	0	15	47	5,21	6,76	5	0	30	48	0,964	
	11 kHz	5,77	8,93	5	0	50	71	5,53	6,36	5	0	20	47	5,21	6,19	5	0	25	48	0,923	
	12 kHz	4,58	8,31	0	0	45	71	4,79	5,51	5	0	20	47	3,33	4,29	0	0	15	48	0,451	
	14 kHz	2,25	5,53	0	0	35	71	1,91	4,37	0	0	20	47	1,46	3,71	0	0	15	48	0,517	
	16 kHz	2,43	6,36	0	0	35	70	1,91	4,24	0	0	20	47	1,77	5,51	0	-10	20	48	0,694	
	Esquerda	250 Hz	8,08	4,90	5	0	30	73	7,55	4,41	5	0	20	47	7,19	3,08	5	0	15	48	0,871
		500 Hz	7,74	5,07	5	0	25	73	7,45	4,88	5	0	20	47	6,67	3,32	5	0	15	48	0,650
1 kHz		5,96	5,11	5	0	30	73	5,11	4,60	5	0	20	47	3,85	3,46	5	0	10	48	0,076	
2 kHz		4,73	5,65	5	0	35	73	5,21	4,66	5	0	15	47	2,92	4,10	0	0	20	48	0,020	
3 kHz		4,18	6,18	5	0	40	73	3,83	5,44	0	0	25	47	3,44	4,15	5	0	20	48	0,870	
4 kHz		3,77	6,91	0	0	45	73	3,94	4,77	5	0	15	47	2,60	4,12	0	0	20	48	0,334	
6 kHz		6,58	7,16	5	0	45	73	7,34	5,98	5	0	30	47	6,88	6,33	5	0	35	48	0,482	
8 kHz		6,58	5,13	5	0	25	73	5,85	4,70	5	0	15	47	6,56	6,03	5	0	25	48	0,826	
9 kHz		5,21	9,12	5	0	65	71	4,26	5,42	5	-5	20	47	5,21	6,36	5	0	25	48	0,840	
10 kHz		5,85	8,66	5	0	60	71	4,47	5,13	5	0	15	47	5,63	6,81	5	-10	30	48	0,687	
11 kHz		5,49	9,90	5	0	70	71	4,26	5,00	5	0	15	47	6,15	6,78	5	0	25	48	0,372	
12 kHz		4,44	9,51	0	0	65	71	3,30	5,03	0	0	20	47	5,63	6,49	5	0	25	48	0,080	
14 kHz		2,68	8,19	0	0	45	71	1,70	3,50	0	0	15	47	3,13	6,07	0	0	25	48	0,412	
16 kHz		2,57	6,58	0	0	35	70	2,34	5,60	0	0	20	47	2,50	6,10	0	-10	25	48	0,839	

Resultado do teste de Kruskal-Wallis

Legenda: DP = desvio padrão; Mín. = mínimo; Máx. = máximo

Tabela 3. Descrição e comparação das emissões otoacústicas transientes e emissões otoacústicas produto de distorção em cada frequência de cada orelha nos três grupos

Orelha	Frequência	Grupo																		Valor de p
		Sem zumbido						Zumbido esporádico						Zumbido constante						
		Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	
Direita	TE 1500 Hz	1,13	5,75	1	-18	12	71	1,11	4,87	2	-13	10	38	1,22	5,27	1,5	-9	12	46	0,991
	TE 2000 Hz	-3,22	4,91	-3	-20	10	73	-3,28	5,03	-3	-14	7	39	-2,70	5,81	-4	-12	15	47	0,959
	TE 2500 Hz	-8,60	6,20	-9	-22	13	73	-8,51	5,45	-9	-20	3	39	-7,57	5,32	-8	-19	3	47	0,573
	TE 3000 Hz	-9,74	5,70	-10	-23	9	73	-10,28	6,07	-10	-22	1	39	-10,00	6,30	-11	-22	5	47	0,847
	TE 3500 Hz	-6,95	6,69	-7	-26	10	73	-8,03	6,07	-8	-22	3	39	-6,72	6,63	-6	-23	8	47	0,614
	TE 4000 Hz	-7,74	6,03	-9	-23	7	73	-8,95	6,11	-10	-18	5	39	-7,72	6,30	-7,5	-21	3	46	0,431
	SN 1500 Hz	9,11	5,60	9	-4	23	73	9,59	5,08	9	0	25	39	10,43	5,68	12	0	22	47	0,333
	SN 2000 Hz	8,53	4,72	9	-6	20	73	9,15	5,00	9	-2	23	39	10,13	6,15	9	-4	28	47	0,420
	SN 2500 Hz	8,30	5,00	8	-2	19	73	8,85	4,57	8	1	17	39	10,60	5,28	11	0	25	47	0,073
	SN 3000 Hz	9,86	5,33	9	0	28	73	9,38	4,97	8	2	19	39	10,36	6,46	9	-2	24	47	0,868
SN 3500 Hz	10,78	6,05	10	-2	24	73	9,18	4,98	10	-2	18	39	10,60	6,44	11	-4	23	47	0,404	
SN 4000 Hz	6,77	5,09	6	-5	21	73	6,03	5,89	6	-5	22	39	7,09	6,22	5,5	-4	18	46	0,815	
Esquerda	TE 1500 Hz	0,18	6,18	1	-18	12	73	-0,65	5,69	0	-13	12	40	0,10	5,60	0	-10	12	48	0,540
	TE 2000 Hz	-4,44	5,63	-4	-24	8	73	-5,55	5,35	-6	-18	5	40	-4,65	6,06	-3	-18	6	48	0,559
	TE 2500 Hz	-9,97	5,79	-9	-29	1	73	-9,50	5,49	-10	-22	4	40	-8,81	6,22	-10	-19	10	48	0,945
	TE 3000 Hz	-9,73	6,16	-9	-30	4	73	-10,58	5,80	-10,5	-21	0	40	-10,13	7,62	-11,5	-22	11	48	0,603
	TE 3500 Hz	-6,97	6,54	-7	-29	6	73	-7,93	7,13	-6	-23	5	40	-6,96	7,67	-8	-22	14	48	0,763
	TE 4000 Hz	-8,74	6,46	-9	-27	7	73	-8,75	7,20	-8	-24	10	40	-9,10	6,78	-8,5	-24	8	48	0,938
	SN 1500 Hz	8,59	5,85	9	-14	18	73	7,92	5,15	8	-5	22	40	10,75	6,23	11,5	1	29	48	0,102
	SN 2000 Hz	7,60	5,83	8	-17	19	73	7,13	4,92	6,5	-4	19	40	9,29	5,20	9		20	48	0,128
	SN 2500 Hz	7,26	6,13	7	-22	21	73	8,15	5,20	7	-2	23	40	9,46	5,49	8,5	1	27	48	0,310
	SN 3000 Hz	9,52	6,57	10	-26	21	73	9,20	5,39	7	1	21	40	10,65	7,16	8,5	-4	29	48	0,534
SN 3500 Hz	9,78	6,74	10	-22	22	73	9,93	6,70	11	-6	22	40	11,25	7,06	10,5	0	30	48	0,844	
SN 4000 Hz	5,85	6,77	6	-23	23	73	6,68	5,81	6,5	-5	22	40	6,46	6,68	6	-8	22	48	0,885	
Direita	DP 1500 Hz	6,80	7,30	8	-14	20	71	5,61	4,91	5	-5	16	41	7,60	6,12	8	-15	20	47	0,098
	DP 2000 Hz	2,07	6,20	3	-20	12	70	0,63	6,14	2	-19	13	41	2,10	5,56	3	-14	14	48	0,290
	DP 2500 Hz	2,44	9,38	5	-20	15	71	2,56	8,13	3	-20	16	41	3,12	7,08	4,5	-20	13	48	0,881
	DP 3000 Hz	-4,37	9,42	-5	-20	19	71	-4,51	8,29	-4	-20	9	41	-5,63	9,77	-6	-20	16	48	0,760
	DP 3500 Hz	0,83	9,38	1,5	-20	19	70	1,30	9,95	3	-20	17	40	0,79	10,17	0	-19	23	47	0,865
	DP 4000 Hz	-5,44	7,38	-6	-20	11	70	-3,38	9,63	-4	-20	12	40	-5,56	8,56	-4,5	-20	12	48	0,491
	SN 1500 Hz	17,41	9,27	19	-15	35	71	17,34	6,12	17	1	30	41	19,32	6,80	20	-2	31	47	0,355
	SN 2000 Hz	20,50	8,58	23	-20	32	70	19,80	6,87	22	0	33	41	21,60	5,45	22	6	31	48	0,506
	SN 2500 Hz	21,30	11,19	25	-20	35	71	21,80	9,11	23	-2	36	41	22,81	7,15	24	0	32	48	0,872
	SN 3000 Hz	12,77	10,46	13	-15	37	71	12,80	8,21	12		26	41	11,90	9,81	11,5	-4	33	48	0,810
SN 3500 Hz	14,91	11,01	17	-20	33	70	15,80	10,24	16,5	-11	32	40	15,02	9,61	14	-5	36	47	0,784	
SN 4000 Hz	8,73	8,74	7,5	-13	27	70	10,33	9,69	9,5	-8	29	40	7,79	7,89	7	-7	26	48	0,402	
Esquerda	DP 1500 Hz	5,97	7,91	7	-15	18	71	3,85	5,89	4	-7	15	40	5,90	7,53	7	-12	20	48	0,077
	DP 2000 Hz	0,44	6,96	2,5	-20	11	70	0,52	6,06	0	-15	11	40	1,29	5,59	2	-15	10	48	0,830
	DP 2500 Hz	2,41	8,08	3	-20	14	71	1,40	7,66	3	-20	14	40	1,38	7,20	2	-16	13	48	0,546
	DP 3000 Hz	-6,11	9,99	-8	-20	19	71	-4,15	9,07	-4	-21	15	40	-7,71	9,02	-8,5	-20	17	48	0,135
	DP 3500 Hz	0,11	10,11	0,5	-20	25	70	2,59	8,49	2	-17	20	39	-0,79	9,49	-1,5	-20	19	48	0,163
	DP 4000 Hz	-3,24	7,71	-3	-20	13	70	-4,41	9,18	-5	-20	14	39	-5,31	7,81	-3,5	-20	13	48	0,370
	SN 1500 Hz	18,23	8,67	20	-2	33	71	15,92	7,22	17,5	1	29	40	18,67	8,05	21		33	48	0,095
	SN 2000 Hz	20,11	6,88	22	0	31	70	20,20	6,15	20	5	31	40	20,92	5,66	22	5	30	48	0,868
	SN 2500 Hz	22,30	8,08	23	0	34	71	21,33	7,50	23	0	34	40	20,90	7,44	22	3	33	48	0,442
	SN 3000 Hz	11,44	10,50	10	-11	37	71	13,33	8,93	13		34	40	9,33	9,70	8	-6	37	48	0,113
SN 3500 Hz	14,10	10,14	15	-7	40	70	17,46	8,27	20	1	38	39	13,46	10,34	13	-6	38	48	0,080	
SN 4000 Hz	10,84	7,81	11	-6	27	70	10,05	9,71	10	-10	27	39	8,94	7,91	10	-7	24	48	0,474	

Resultado do teste de Kruskal-Wallis

Legenda: TE = transiente evocado; SN = sinal/ruído; PD = produto de distorção; DP = desvio padrão; Mín. = mínimo; Máx. = máximo

quando colocados na cabina acústica para as provas audiológicas, quase 30% da amostra total conseguiu identificar a frequência e intensidade do zumbido por meio da acufenometria, enquanto os demais não o perceberam no momento do exame. Portanto, mesmo com a adição desse critério de rigor que diferencia nosso estudo dos demais da literatura, a prevalência do zumbido nessa faixa etária foi surpreendentemente alta, superando as estimativas de extrapolação para a população mundial que já foram feitas em outros estudos^(22,23);

- alterações auditivas mínimas evidentes nos sujeitos com zumbido, nos limiares tonais em altas frequências e/ou nas emissões otoacústicas, exames classicamente considerados para detecção precoce de lesões cocleares. Entretanto, este

item não se confirmou, mostrando que ambos os exames não foram suficientemente sensíveis para detectar alterações cocleares mínimas na presença de zumbido em nossa amostra de adolescentes, independentemente de ele ocorrer com frequência esporádica ou constante.

A literatura mostra alguns artigos cujos resultados diferem dos nossos. Um estudo⁽¹⁶⁾ avaliou adultos com zumbido unilateral e audição normal (as orelhas contralaterais foram utilizadas como grupo controle), constatando que as orelhas com zumbido apresentaram alteração significativa nas bandas de frequência acima de 2.000 Hz. Um outro estudo⁽²⁴⁾ avaliou o potencial das EOAPD para distinguir quatro grupos de adultos com audição normal: (G1) controle, sem zumbido ou

Tabela 4. Descrição e comparação dos Limiares de Desconforto a Sons em cada frequência de cada orelha nos três grupos

Orelha	Frequência	Grupo																Valor de p		
		Sem zumbido						Zumbido esporádico						Zumbido constante						
		Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	n	Média	DP	Mediana	Mín.		Máx.	n
Direita	500 Hz	109,8	10,7	115	75	115	73	110,7	9,7	115	80	115	47	98,3	21,4	110	40	115	48	<0,001
	1 kHz	110,7	9,7	115	80	115	73	111,4	7,9	115	80	115	47	100,2	20,8	110	30	115	48	<0,001
	2 kHz	110,1	10,1	115	75	115	73	110,1	9,1	115	75	115	47	100,0	21,4	110	20	115	48	0,001
	4 kHz	102,3	8,3	105	65	105	73	102,7	7,2	105	75	105	47	93,7	19,4	105	20	105	48	<0,001
Esquerda	500 Hz	109,9	11,8	115	65	115	73	110,7	10,3	115	80	115	47	100,4	20,4	110	45	115	48	<0,001
	1 kHz	111,3	9,8	115	75	115	73	111,6	8,5	115	75	115	47	100,4	20,4	110	45	115	48	<0,001
	2 kHz	110,6	10,6	115	70	115	73	110,2	9,6	115	70	115	47	100,5	19,6	110	55	115	48	<0,001
	4 kHz	102,4	9,1	105	65	110	73	103,2	6,3	105	75	105	47	92,2	21,9	105	0	105	48	<0,001

Resultado do teste de Kruskal-Wallis

Legenda: DP = desvio padrão; Mín. = mínimo; Máx. = máximo

Tabela 5. Resultado das comparações múltiplas dos Limiares de Desconforto a Sons em cada lado e cada frequência entre os grupos, dois a dois

Orelha	Frequência	Comparação	Valor de Z	Valor de p
Direita	500 Hz	Sem zumbido x Zumbido esporádico	-0,13	0,896
		Sem zumbido x Zumbido constante	3,68	<0,001
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	3,46	0,001
		Sem zumbido x Zumbido esporádico	0,20	0,840
		Sem zumbido x Zumbido constante	3,70	<0,001
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	3,16	0,002
	2 kHz	Sem zumbido x Zumbido esporádico	0,53	0,596
		Sem zumbido x Zumbido constante	3,31	0,001
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	2,52	0,012
		Sem zumbido x Zumbido esporádico	0,11	0,912
		Sem zumbido x Zumbido constante	2,57	0,010
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	2,22	0,026
Esquerda	500 Hz	Sem zumbido x Zumbido esporádico	-0,82	0,411
		Sem zumbido x Zumbido constante	2,75	0,006
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	3,24	0,001
		Sem zumbido x Zumbido esporádico	0,02	0,982
		Sem zumbido x Zumbido constante	3,60	<0,001
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	3,24	0,001
	2 kHz	Sem zumbido x Zumbido esporádico	0,57	0,568
		Sem zumbido x Zumbido constante	3,39	0,001
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	2,55	0,011
		Sem zumbido x Zumbido esporádico	0,01	0,992
		Sem zumbido x Zumbido constante	2,85	0,004
		Zumbido esporádico x Zumbido constante	2,57	0,010

Resultado das comparações múltiplas não paramétricas de Dumm

hiperacusia, (G2) com zumbido, (G3) com hiperacusia e (G4) com zumbido e hiperacusia. Houve uma tendência consistente para os três grupos sintomáticos apresentarem níveis menores de resposta de EOAPD nas frequências de 4.000 e 6.000 Hz em relação aos controles. Além disso, os mesmos autores também constataram que a inclinação média das curvas de crescimento (CC-EOAPD) para cada um dos grupos sintomáticos foi consistentemente mais íngreme do que no grupo controle. Sanches et al.⁽¹⁵⁾ também encontraram alterações no registro das CC-EOAPD em adultos normouvintes com zumbido em comparação a um grupo controle. Esses dados reforçam que a presença de zumbido e hiperacusia é consistente com alterações ao nível coclear, mesmo quando os limiares tonais estão normais.

Entretanto, esses estudos foram realizados com adultos e não citavam o tempo de existência do zumbido. Portanto, é possível que a idade da cóclea e o tempo de zumbido em adultos possam ter influenciado os resultados de diminuição ou ausência das emissões.

Por outro lado, em uma pesquisa realizada por Sztuka et al.⁽¹¹⁾, não foi observada diferença nas curvas de crescimento das EOAPD quando avaliaram pacientes com zumbido e limiares audiométricos normais, divididos em três grupos: com hiperacusia, com misofonia e sem ambos. Entretanto, a amplitude das EOAPD foi significativamente maior no grupo com zumbido e hiperacusia, sugerindo que o zumbido pode ser causado já no estágio inicial do comprometimento da via auditiva, antes de ocorrer lesão celular direta das células ciliadas externas (CCE). Embora não tenha estudado zumbido, Ferreira⁽²⁵⁾ também já havia sugerido a existência desse estágio inicial de lesão. A autora comprovou que motociclistas do correio expostos a ruído há pouco tempo apresentavam maior amplitude de EOAPD do que aqueles expostos há muito tempo ou não expostos.

Assim, nesse estágio inicial de agressão, a cóclea reagiria apenas com um aumento da motilidade das CCE, o que justificaria o aumento descrito da amplitude das emissões otoacústicas. Esse estágio anterior de lesão coclear pode ter relação direta com os nossos resultados, pois o zumbido já estaria clinicamente presente, antes mesmo de ocorrer queda dos limiares tonais ou das emissões otoacústicas.

Nosso estudo não mostrou diferença significativa entre os limiares tonais nos três grupos de adolescentes, nem mesmo nas frequências classicamente mais afetadas por exposição a ruído (3.000, 4.000 e 6.000Hz). A única exceção foi a frequência de 2.000 Hz, em que os adolescentes com zumbido constante tiveram melhores resultados ($p=0,02$). Num primeiro momento, não vimos relevância clínica para esse achado. Entretanto, dois outros estudos sugeriram que essa frequência parece ser diferente das demais, embora tenham sido realizados em adultos. Figueiredo et al.⁽²⁶⁾ estudaram indivíduos com idade entre 15 e 30 anos para comparar a incidência de zumbido entre usuários e não usuários de estéreos pessoais. Os usuários de estéreos pessoais apresentaram menor amplitude em 2.000 Hz nas EOAPD. Sanches et al.⁽¹⁵⁾ analisaram as CC-EOAPD em adultos normouvintes com e sem zumbido, verificando que o grupo com zumbido apresentou limiares mais elevados em 2.000 Hz nas curvas de crescimento. Em vista disso, é possível que a frequência de 2.000 Hz seja mais vulnerável, apresentando

melhores limiares em adolescentes, que poderiam evoluir para piores limiares em adultos. Entretanto, somente estudos longitudinais poderiam comprovar essa hipótese.

Enquanto as EOA já têm maior aceitação quanto à capacidade de detectar alterações auditivas mínimas, a audiometria de altas frequências ainda tem seu uso limitado, talvez pela falta de normatização consensual. Entretanto, em nossa prática clínica direcionada para pacientes com zumbido, frequentemente vemos configurações descendentes desses limiares nas orelhas com zumbido, o que fica ainda mais nítido nos casos de zumbido unilateral, cuja frequência na acufenometria é maior do que 8.000 Hz. Além disso, alguns desses casos ainda apresentam emissões otoacústicas presentes, já que investigam regiões cocleares semelhantes à audiometria convencional. Portanto, pacientes com zumbido em frequência maior do que 8.000 Hz e audiometria normal até 8.000 Hz podem ser erroneamente interpretados como tendo ausência de lesão coclear aparente, se não forem submetidos à investigação dos limiares nas frequências maiores do que 8.000 Hz.

A análise dos resultados do LDL mostrou que os adolescentes com zumbido constante apresentam maior hipersensibilidade/intolerância a sons do que os demais. Isso significa que os jovens com zumbido iniciam o desconforto com sons em intensidade mais fraca do que os adolescentes sem zumbido. Embora não seja reconhecido como um teste de detecção de alterações auditivas mínimas, é coerente assumir que as orelhas que apresentam desconforto mais precoce sejam, na prática, orelhas mais vulneráveis aos sons. Portanto, um acompanhamento a longo prazo poderia mostrar a evolução desse achado nos adolescentes. Como parte do “estudo-mãe” atualmente em andamento, nós realizaremos o acompanhamento de dois anos dos participantes e possivelmente conseguiremos elucidar mais algumas questões pertinentes.

CONCLUSÃO

Nessa amostra de adolescentes com e sem zumbido, a audiometria de altas frequências e os exames de EOAT (até 4.000 Hz) e EOAPD (até 12.000 Hz) não foram sensíveis o suficiente para mostrar diferenças nas respostas cocleares dessa faixa etária. Diferentemente dos adultos, esses achados sugerem que as células ciliadas externas de adolescentes com zumbido podem não estar suficientemente comprometidas para provocar alterações nesses exames.

Entretanto, a pesquisa do LDL mostrou que adolescentes com zumbido têm desconforto a sons em intensidades mais fracas do que os sem zumbido. Esse resultado mostra que a pesquisa de LDL pode indicar que já existe uma alteração do sistema auditivo nos indivíduos jovens com audiometria normal e zumbido, seja ele esporádico ou constante.

AGRADECIMENTOS

Por diferentes tipos de ajuda, as autoras gostariam de agradecer às seguintes instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Sancout, Laboratório Aché, Biosom e Companhia Energética de São Paulo (Fundação Cesp), além dos seguintes indivíduos do Colégio Santa Cruz: Prof. Fabio Luiz Marinho Aidar Júnior, Guilherme Ferreira, Mirian

Terra, Patricia Paseli, Graziela Vasquez, Eneida de Toledo e Sandra Rosso, e do Instituto Ganz Sanchez: Luzia Feitoza, Isabel Gomes e Wanessa Lopes.

**TGS idealizou e delimitou a pesquisa, escreveu o projeto para FAPESP, coletou dados e participou na escrita do trabalho; JCO coletou e tabulou dados e participou na escrita do trabalho; MAK participou na escrita do trabalho; KF participou na idealização da pesquisa e na escrita do trabalho; JC coletou e tabulou dados; FVM colaborou na escrita do projeto para FAPESP e coletou dados.*

REFERÊNCIAS

- Bubul ST, Muluk NB, Çakir CP, Tufan E. Subjective tinnitus and hearing problems in adolescents. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009;73(8):1124-31.
- Zocoli AMF, Morata TC, Marques JM, Corteletti LJ. Brazilian young adults and noise: Attitudes, habits, and audiological characteristics. *Int J Audiol.* 2009;48(10):692-9.
- Berg AL, Serpanos YC. High frequency hearing sensitivity in adolescent females of a lower socioeconomic status over a period of 24 years (1985–2008). *J Adol Health.* 2011;48(2):203-8.
- 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.
- Juul J, Barrenäs ML, Holgers KM. Tinnitus and hearing in 7-year-old children. *Arch Dis Child.* 2012;97(1):28-30.
- Kim YH, Jung HJ, Kang SI, Park KT, Choi JS, Oh SH, et al. Tinnitus in children: association with stress and trait anxiety. *Laryngoscope.* 2012;122(10):2279-84.
- Knobel KAB, Lima MCMP. Os pais conhecem as queixas auditivas de seus filhos. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78(5):27-37.
- Vogel I, Brug J, Van der Ploeg CPB, Raat H. Discotheques and the risk of hearing loss among youth: risky listening behavior and its psychosocial correlates. *Health Educ Res.* 2010;25(5):737-47.
- Hesse G, Schaaf H, Laubert A. Specific findings in distortion product otoacoustic emissions and growth functions with chronic tinnitus. *Int Tinnitus J.* 2005;11(1):6-13.
- Noreña AJ, Chery-Croze S. Enriched acoustic environment rescales auditory sensitivity. *Neuroreport.* 2007;18(12):1251-5.
- Sztuka A, Pospiech L, Gawron W, Dudek K. DPOAE in estimation of the function of the cochlea in tinnitus patients with normal hearing. *Auris Nasus Larynx.* 2010;37(1):55-60.
- Kemp DT, Ryan S, Bray P. A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1990;11(2):93-105.
- Nieschalk M, Hustert B, Stoll W. Distortion-product otoacoustic emissions in middle-age subjects with normal versus potentially prebiacoustic high-frequency hearing loss. *J Aud Commun Audiol.* 1998;37(2):83-99.
- Sanchez TG, Mak MP, Pedalini MEB, Levy CPD, Bento RF. Evolução do Zumbido e da Audição em Pacientes com Audiometria Tonal Normal. *Arq Otorrinolaringol.* 2005;9(3):220-7.
- Sanches SGG, Sanchez TG, Carvalho RMM. Influence of cochlear function on auditory temporal resolution in tinnitus patients. *Audiol Neurootol.* 2010;15(5):273-81.
- Thabet EM. Evaluation of tinnitus patients with normal hearing sensitivity using TEOAEs and TEN test. *Auris Nasus Larynx.* 2009;36(6):633-6.
- Carvalho RMM, Koga MC, Carvalho M, Ishida IM. Limiars auditivos para altas frequências em adultos sem queixa auditiva. *Acta ORL.* 2002; 25:62-6.
- Fausti SA, Erickson DA, Frey RH, Rappaport BZ, Schechter MA. The effects of noise upon human hearing sensitivity from 8000 to 20 000 Hz. *J Acoust Soc Am.* 1981;69(5):1343-7.
- Azevedo LL, Iorio MCM. Estudo dos limiars de audibilidade nas altas frequências em indivíduos de 12 a 15 anos com audição normal. *Acta AWHO.* 1999;18(2):78-85.
- Jian-Hua P, Ze-Zhang T, Zhi-Wu H. Risk of damage to hearing from personal listening devices in young adults. *J Otolaryngol.* 2007;36(3):181-5.
- Sanchez TG, Moraes F, Oliveira JC, Cota J, Kii M, Freire KMG. Tinnitus among teenagers: a hidden world that must be known by pediatricians. *Pediatrics.* 2015 (in press).
- Shargorodsky J, Curhan GC, Farwell WR. Prevalence and characteristics of tinnitus among US Adults. *Am J Med.* 2010;123(8):711-8.
- Hasson U, Malach R, Heeger DJ. Reliability of cortical activity during natural stimulation. *Trends Cogn Sci.* 2009;14(1):40-8.
- Bartnik G, Hawley M, Rogowski M, Raj-Koziak D, Fabijanska A, Formby C. Distortion product otoacoustic emission level and input/output-growth functions in normal-hearing individuals with tinnitus and/or hyperacusis. *Otolaryngol Pol.* 2009;63(2):171-81.
- Ferreira LLA. Amplitude das emissões otoacústicas por produto de distorção em motociclistas normo-ouvintes [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2005.
- Figueiredo RR, Azevedo AA, Oliveira PM, Amorim SPV, Rios AG, Baptista V. Incidência de zumbido em usuários de estéreos pessoais. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(3):293-8.