



Brazilian Journal of  
**OTORHINOLARYNGOLOGY**

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

## Music students: conventional hearing thresholds and at high frequencies<sup>☆</sup>

Débora Lüders<sup>a,\*</sup>, Cláudia Giglio de Oliveira Gonçalves<sup>a</sup>,  
Adriana Bender de Moreira Lacerda<sup>a</sup>, Ângela Ribas<sup>a</sup>, Juliana de Conto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, Brasil

Recebido em 11 de março de 2013; aceito em 30 de agosto de 2013

### KEYWORDS

Music;  
Students;  
Hearing;  
Hearing loss;  
Audiometry

### Abstract

**Introduction:** Research has shown that hearing loss in musicians may cause difficulty in timbre recognition and tuning of instruments.

**Aim:** To analyze the hearing thresholds from 250 Hz to 16,000 Hz in a group of music students and compare them to a non-musician group in order to determine whether high-frequency audiometry is a useful tool in the early detection of hearing impairment.

**Methods:** Study design: retrospective observational cohort. Conventional and high-frequency audiometry was performed in 42 music students (Madsen Itera II audiometer and TDH39P headphones for conventional audiometry, and HDA 200 headphones for high-frequency audiometry).

**Results:** Of the 42 students, 38.1% were females and 61.9% male, with mean age of 26 years. At conventional audiometry, 92.85% had hearing thresholds within normal limits; but even within the normal limits, the worst results were observed in the left ear for all frequencies, except for 4,000 Hz; compared to the non-musician group, the worst results occurred at 500 Hz in the left ear, and 250 Hz, 6,000 Hz, 9,000 Hz, 10,000 Hz, and 11,200 Hz in both ears.

**Conclusion:** The periodic evaluation of high-frequency thresholds may be useful in the early detection of hearing loss in musicians.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.05.010>

<sup>☆</sup>Como citar este artigo: Lüders D, Gonçalves CG, Lacerda AB, Ribas Â, de Conto J. Music students: conventional hearing thresholds and at high frequencies. Braz J Otorhinolaryngol. 2014;80:296-304.

\*Autor para correspondência.

E-mail: debora.luders@yahoo.com.br (D. Lüders).

**PALAVRAS-CHAVE**

Música;  
Estudantes;  
Audição;  
Perda auditiva;  
Audiometria

**Estudantes de música: limiares auditivos convencionais e em altas frequências****Resumo**

**Introdução:** Pesquisas comprovam que a perda auditiva em músicos pode gerar dificuldade no reconhecimento de timbres e na afinação dos instrumentos.

**Objetivo:** Analisar os limiares auditivos de 250 Hz a 16.000 Hz de um grupo de estudantes de música e compará-los a um grupo de não músicos para determinar se a audiometria de altas frequências é um recurso útil na detecção precoce da deficiência auditiva.

**Método:** Forma de estudo: observacional, de coorte, retrospectivo. Realizou-se audiometria convencional e de altas frequências em 42 estudantes de música (audiômetro Madsen Itera II, fones TDH39P para a audiometria convencional e HDA 200 para audiometria de altas frequências).

**Resultados:** Dos 42 estudantes, 38,10% eram do gênero feminino e 61,9% do gênero masculino, com média de 26 anos; na audiometria convencional 92,85% apresentaram limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade; mesmo dentro da normalidade, piores resultados ocorreram na orelha esquerda para todas as frequências, excetuando-se 4000 Hz; quando comparado ao grupo de não músicos os piores resultados ocorreram em 500 Hz na orelha esquerda e 250 Hz, 6000 Hz, 9.000 Hz, 10000 Hz e 11200 Hz em ambas as orelhas.

**Conclusão:** A avaliação dos limiares de altas frequências de forma periódica pode ser útil na detecção precoce da deficiência auditiva em músicos.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

**Introdução**

A música, sempre tão ligada à história de vida das pessoas, marcando bons e maus momentos, vem a cada dia tornando-se foco de atenção de profissionais de diversas áreas, principalmente os especialistas em audição e acústica. Tal interesse deve-se ao fato de a exposição à música ser uma questão não apenas social, mas também profissional.

Porém, o que era para ser acima de tudo agradável e estimulante, pode trazer prejuízos para a audição, pois, a música, assim como o ruído, quando em forte intensidade pode trazer danos irreversíveis para a audição.<sup>1</sup>

Em estudo<sup>2</sup> realizado no âmbito das escolas superiores de música da Alemanha, a intensidade sonora durante o ensaio de uma grande orquestra e repertório romântico ultrapassou 85 dB (A). Se os músicos trabalhassem durante oito horas nos cinco dias da semana, a exposição sonora ultrapassaria o limite superior de tolerância para a maioria deles.

Outro estudo,<sup>3</sup> realizado pelo instituto de pesquisa em música da Universidade do Norte da Carolina, nos Estados Unidos verificou que 52% dos estudantes que participam de uma banda de sopro frequentam um ou mais ensaios por semana, com níveis sonoros superiores a 100% da dose permitida, conforme o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH). Acima de 100% dos níveis sonoros definidos pelo NIOSH estes estudantes estão expostos a níveis de intensidade sonora bastante perigosa durante um único ensaio. 40 estudantes (representando metais, sopro e voz) mostrou níveis médios de 87-95 dB (A), com os metais tendo níveis significativamente mais elevados.

Entre os diversos fatores que tornam os ensaios em conjunto um risco para a audição, estão a duração da exposição, a intensidade da música, a acústica do espaço de ensaio, a proximidade com as fontes sonoras (quando não são a própria fonte sonora, no caso dos também cantores), escolha do repertório e a repetição de passagens musicais específicas. Em gran-

de parte, é o ensaio em conjunto que prepara os estudantes para suas carreiras profissionais. Portanto, os regentes desses ensaios são modelos maiores para os estudantes. Métodos de conservação auditiva nesse tipo de atividade devem ser incorporados e compartilhados entre regentes e estudantes como uma questão de longevidade profissional.<sup>3</sup>

A literatura é vasta ao trazer diversos estudos,<sup>4-10</sup> que comprovam a perda auditiva como consequência da exposição à música em intensidades elevadas, acompanhada ainda de sintomas como zumbido, sensação de plenitude auricular, cefaleia e tontura. Estes sintomas, juntamente com manifestações não auditivas, como irritabilidade e fadiga podem ser os primeiros sinais de lesão do órgão auditivo.<sup>11</sup>

A perda de células ciliadas externas, ocasionada pela exposição constante e sistemática à níveis de pressão sonora elevados, pode produzir a redução da amplificação coclear (motilidade das células ciliadas externas), o que resulta numa perda de sensibilidade para sons mais fracos a moderados (40-60 dBNA). Isso leva o músico a tocar e/ou cantar mais e mais alto, levando a um esforço físico e maior perda de audição. A perda de células ciliadas externas também reduz a seletividade de frequência e resolução espectral da cóclea, levando a diplacusia (percepção anormal de *pitch*). Esta condição pode colocar a carreira em risco para os músicos que frequentemente fazem julgamentos sobre o desempenho do tom vocal e/ou instrumental. Além disso, danos as células ciliadas externas leva à falta de compressão coclear ou recrutamento (percepção anormal de *loudness*) o que pode abreviar o fim da carreira de um músico.<sup>12</sup>

A perda auditiva, independente do grau de acometimento do sistema auditivo, pode dificultar a percepção de tons e timbres, dificultando também a afinação dos instrumentos, o que para o músico pode trazer graves consequências no seu desempenho profissional.<sup>13</sup>

A audiometria tonal limiar convencional é considerada a base da avaliação audiológica, sendo o primeiro teste que a compõe. Tem como objetivo determinar os limiares míni-

mos de audibilidade de um indivíduo para as frequências de 250 Hz a 8.000 Hz. Esta técnica de avaliação é a mais utilizada para a detecção de perdas auditivas em indivíduos expostos a níveis elevados de pressão sonora, sejam esses níveis de ruído ou de música, principalmente com intensidades acima de 85 dB (A).<sup>14,15</sup>

Embora as alterações auditivas possam ser detectadas por meio da audiometria tonal liminar convencional, atualmente, devido à ênfase dada à promoção da saúde, profissionais e pesquisadores têm buscado cada vez mais a identificação dessas alterações de forma mais precoce. Em relação às perdas auditivas neurossensoriais, a audiometria tonal de altas frequências vem sendo utilizada como uma forma de detectar precocemente tais alterações, para que a prevenção seja realizada antes que lesões mais significativas se instalem, efetivando o conceito de Promoção da Saúde.<sup>16</sup>

Em um estudo de revisão da literatura<sup>17</sup> sobre a contribuição da audiometria tonal de altas frequências para a identificação precoce da perda auditiva induzida pelo ruído, as autoras concluíram que os limiares tonais em altas frequências estão, frequentemente, rebaixados anteriormente aos limiares de frequências convencionais, de 250 Hz a 8.000 Hz, devendo, portanto, ser utilizada em Programas de Prevenção de Perdas Auditivas Ocupacionais.

O II Congresso Internacional de Medicina para Músicos, ocorrido em setembro de 2005 na Espanha preocupou-se em afirmar que os músicos são profissionais com grande risco de adoecimento ocupacional, enfatizando ainda, que há uma falta de conscientização da classe sobre este risco, além de pouca procura por informações que possam preservar e gerenciar as condições de trabalho da classe. Embora avanços tenham ocorrido, o trabalho preventivo e de manutenção da saúde ainda está longe de ser o ideal.<sup>18</sup>

No campo da música, não há por parte dos estudantes e professores de música, administradores de escolas de música e conservatórios, um esforço para prevenir vários riscos para a saúde, envolvidos com o aprendizado e desempenho em música.<sup>19</sup>

É emergente, portanto, que medidas preventivas sejam adotadas, junto a esta classe profissional, para minimizar os efeitos nocivos da exposição a elevados níveis de pressão sonora, e esta preocupação deu origem a este trabalho, que teve como objetivo analisar os limiares auditivos de 250 Hz a 16.000 Hz de um grupo de estudantes de música e compará-los a um grupo controle, para determinar se a audiometria de altas frequências pode ser um recurso útil na identificação precoce da deficiência auditiva.

## Material e método

Trata-se de um estudo observacional, de coorte, retrospectivo com abordagem quantitativa que analisou os limiares auditivos de 250 a 16000 Hz de um grupo de estudantes de graduação em música em comparação com um grupo de indivíduos não músicos e não estudantes de música.

Esta pesquisa contou com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa n.190/2011 e todos os indivíduos avaliados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após terem recebido informações sobre os objetivos, a justificativa e a metodologia do estudo proposto.

A amostra foi composta por 84 indivíduos, divididos em dois grupos: um grupo (G1) composto por 42 estudantes de graduação em música e um grupo (G2) composto por 42 indivíduos não músicos, não estudantes de música e não expostos a ruído no trabalho. Os estudantes são oriundos de três instituições públicas de ensino, distribuídos entre diversas habilitações (Educação Musical, Música Popular, Instrumento, Composição e Regência, Produção Sonora e Canto) e todos participam de atividades acadêmicas de prática em conjunto.

Para o grupo G1 estabeleceu-se como critério de inclusão ser estudante de música e como critérios de exclusão possuir alterações auditivas condutivas e/ou neurossensoriais não associadas à exposição sonora, avaliadas através de avaliação audiométrica e imitanciométrica.

Inicialmente foi realizada a inspeção visual do meato acústico externo, por meio de um otoscópio da marca Kole para verificar possíveis obstruções do conduto auditivo externo, que pudesse comprometer a realização dos procedimentos de avaliação audiológica. Somente dois estudantes apresentaram excesso de cera, tendo sido retirada por médico otorrinolaringologista na própria clínica onde foram realizadas as avaliações audiológicas, antes do início do exame.

Para as avaliações audiológicas utilizou-se o audiômetro da marca Madsen, modelo ITERA II, com fones TDH 39P para audiometria convencional e fones HDA 200 para audiometria de altas frequências e cabine audiométrica. Todos avaliados atendendo às normas vigentes (CFFa, 2010). O repouso auditivo para a realização das avaliações audiológicas foi de 14 horas.

Na audiometria tonal liminar convencional foram pesquisados os limiares auditivos obtidos por via aérea nas frequências de 250 Hz a 8.000 Hz e por via óssea, quando os limiares de via aérea estivessem com valores superiores a 25 dBNA, para as frequências de 500 Hz a 4.000 Hz.

Na audiometria tonal liminar de altas frequências foram pesquisados os limiares auditivos obtidos por via aérea nas frequências de 9.000 Hz, 10.000 Hz, 11.200 Hz, 12.500 Hz, 14.000 Hz e 16.000 Hz.

Para a análise estatística foi utilizado o teste *t* de *student*, ao nível de significância de 0,05 (5%).

## Resultados

No G1 a idade variou entre 18 e 58 anos, com média de 26 anos, mediana de 25,7 anos e desvio padrão de 7,7 anos. Com relação ao gênero, 38% são do gênero feminino e 62% do masculino. O tempo de prática musical variou entre um e 41 anos, com média de 11,17 anos, mediana de 10 anos e desvio padrão de 8,42 anos.

Entre os 42 estudantes, 69% tocam instrumentos de corda (principalmente o violão), 16,66% de sopro (madeiras e metais), 16,66% piano; 14,28% de percussão e 4,76% cantam. Vários estudantes tocam mais de um instrumento musical ou tocam e cantam. 80% já tocam e/ou canta há mais de quatro anos e 56% já faz parte de um grupo musical há mais de quatro anos, sendo que todos os alunos (100%) participam de atividades acadêmicas de prática em conjunto.

No G2 a idade variou entre 18 e 56 anos, com média de 25,8 anos, mediana de 24,5 anos e desvio padrão de 7,5 anos. Com relação ao gênero 38% são do gênero feminino e 62% do gênero masculino.

**Tabela 1** Limiares auditivos tonais aéreos médios convencionais e de altas frequências dos grupos G1 e G2 (n = 84)

Orelha	Frequência (Hz)	G1 (n = 42)		G2 (n = 42)		p
		Média dBNA	Desvio padrão	Média dBNA	Desvio padrão	
Direita	250	10,1	4,6	8,0	4,0	0,0255 <sup>a</sup>
	500	8,5	3,2	6,8	5,0	0,0745
	1000	5,5	4,9	5,2	4,4	0,8158
	2000	3,9	4,6	5,4	5,0	0,1772
	3000	3,2	5,8	6,0	5,7	0,0317 <sup>a</sup>
	4000	6,2	7,1	8,0	6,8	0,2414
	6000	9,6	8,8	9,0	7,0	0,7324
	8000	7,4	7,8	8,2	6,7	0,6016
	9000	12,6	10,9	7,9	8,5	0,0286 <sup>a</sup>
	10000	13,3	11,2	11,8	9,8	0,5021
	11200	13,1	11,0	9,9	9,3	0,1535
	12500	8,3	11,2	14,9	10,3	0,0066 <sup>a</sup>
	14000	3,5	14,2	15,5	12,8	0,0001 <sup>a</sup>
	16000	7,0	17,5	17,0	16,5	0,0085 <sup>a</sup>
Esquerda	250	10,7	5,1	7,6	4,5	0,0041 <sup>a</sup>
	500	9,9	3,6	7,0	5,1	0,0037 <sup>a</sup>
	1000	5,4	5,7	6,2	5,7	0,5044
	2000	6,4	7,4	6,2	5,2	0,8650
	3000	4,6	8,9	6,0	5,7	0,4219
	4000	5,7	9,5	7,7	6,6	0,2624
	6000	10,2	13,3	8,8	7,9	0,5527
	8000	7,5	12,6	8,0	6,4	0,8280
	9000	12,7	13,6	8,9	8,6	0,1292
	10000	13,8	14,7	10,7	8,2	0,2369
	11200	13,5	15,0	10,8	9,9	0,3473
	12500	9,2	15,3	16,5	12,0	0,0162 <sup>a</sup>
	14000	5,7	16,9	15,4	13,9	0,0055 <sup>a</sup>
	16000	7,6	20,6	15,9	13,7	0,0353 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

Dos 42 estudantes do G1, apenas três apresentaram limiares tonais aéreos maiores que 25 dBNA na audiometria convencional, sendo um aluno de 20 anos de idade (perda auditiva em 6000 Hz na orelha direita), que toca guitarra há 3 anos; um aluno de 34 anos de idade (perda auditiva em 8000 Hz na orelha esquerda), que toca trombone há 20 anos e uma aluna de 36 anos de idade com alteração bilateral (6000 Hz na orelha direita e de 2000 a 8000 Hz na orelha esquerda), que toca violão há um ano. Nos três casos não há relatos do uso do protetor auditivo.

A tabela 1 compara os limiares da audiometria tonal convencional e de altas frequências entre os grupos G1 e G2.

Verificou-se a existência de diferença significativa entre o G1 e G2 em determinadas frequências, sendo que no G1 os limiares médios foram piores que no G2 na frequência de 250 Hz de ambas as orelhas e 500 Hz da orelha esquerda. Somente em 3.000 Hz, na orelha direita, o grupo estudo apresentou melhores limiares médios que o grupo controle.

Em relação às altas frequências, há diferença significativa entre o G1 e o G2 em 12.500 Hz, 14.000 Hz e 16.000 Hz de ambas as orelhas, sendo que os limiares médios são melhores no grupo estudo que no grupo controle. Apenas o limiar médio da frequência de 9.000 Hz da orelha direita é pior no grupo estudo quando comparado ao grupo controle.

A tabela 2 compara os limiares da audiometria tonal liminar convencional e de altas frequências do G1 das orelhas direita e esquerda.

Existe diferença significativa entre os limiares médios das orelhas direita e esquerda nas frequências de 500 Hz e 2000 Hz para o grupo estudo, sendo a orelha esquerda com piores médias de limiares que a orelha direita.

A tabela 3 compara os limiares auditivos médios convencionais e de altas frequências do G1, levando em consideração a frequência, o gênero e a orelha.

Existe diferença significativa entre os limiares médios dos gêneros masculino e feminino apenas para a orelha direita em 16000 Hz, sendo que o gênero feminino apresentou médias piores que o gênero masculino.

A tabela 4 compara os limiares auditivos tonais aéreos médios convencionais e de altas frequências da orelha direita entre o G1 e G2 para a idade de até 25 anos.

Existe diferença significativa para o G1 entre os limiares auditivos tonais aéreos médios dos estudantes com idades de até 25 anos e o G2 nas frequências de 500, 3000, 9000, 12500, 14000 e 16000 Hz, sendo os melhores resultados apresentados pelo grupo G1, exceto na frequência de 500 Hz, onde se observa melhor resultado no G2.

**Tabela 2** Limiares auditivos tonais aéreos médios convencionais e de altas frequências das orelhas direita e esquerda, por frequência, do G1 (n = 42)

Frequência (Hz)	Orelha direita		Orelha esquerda		p
	Média dBNA	Desvio padrão	Média dBNA	Desvio padrão	
250	10,1	4,6	10,7	5,1	0,3420
500	8,5	3,2	9,9	3,6	0,0125 <sup>a</sup>
1000	5,5	4,9	5,4	5,7	0,8642
2000	3,9	6,4	4,6	7,4	0,0109 <sup>a</sup>
3000	3,2	5,8	4,6	8,9	0,1477
4000	6,2	7,1	5,7	9,5	0,6818
6000	9,6	8,8	10,2	13,3	0,7289
8000	7,4	7,8	7,5	12,6	0,9336
9000	12,6	11,9	12,7	13,6	0,9371
10000	13,3	11,2	13,8	14,7	0,7789
11200	13,1	11	13,4	15	0,8303
12500	8,3	11,2	9,2	15,3	0,6238
14000	3,4	14,2	5,7	16,9	0,0814
16000	7	17,5	7,6	20,6	0,7249

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

**Tabela 3** Limiares auditivos tonais aéreos médios das orelhas direita e esquerda, por frequência, entre os gêneros masculino e feminino do G1 (n = 42)

Frequência (Hz)	Masculino (n = 26)				Feminino (n = 16)				p	
	Média dBNA		Desvio padrão		Média dBNA		Desvio padrão			
	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
250	9,4	12,2	4,5	5,8	11,3	9,8	4,7	4,6	0,2172	0,1463
500	8,5	10,0	3,1	3,7	8,4	9,8	3,5	3,6	0,9816	0,8680
1000	5,6	4,7	3,8	6,7	5,3	5,8	6,4	5,0	0,8680	0,5550
2000	4,2	6,3	4,4	9,6	3,4	6,5	5,1	6,0	0,5955	0,9045
3000	2,7	5,0	5,9	11,1	4,1	4,4	5,8	7,4	0,4659	0,8406
4000	5,6	8,7	7,5	12,2	7,2	3,8	6,3	7,1	0,4793	0,1063
6000	10,4	12,8	9,6	19,9	8,4	8,7	7,5	6,9	0,4926	0,3327
8000	7,5	9,7	7,4	17,6	7,2	6,2	8,8	8,4	0,9018	0,3841
9000	12,5	14,1	12,0	15,3	12,8	11,9	9,3	12,7	0,9297	0,6271
10000	13,1	13,8	12,2	18,6	13,8	13,8	9,7	12,1	0,8526	0,9839
11200	14,6	15,3	12,3	18,7	10,6	12,3	8,3	12,4	0,2604	0,5350
12500	8,3	11,3	11,7	20,8	8,4	7,9	10,6	11,1	0,9629	0,4966
14000	2,7	8,4	12,3	22,2	4,7	4,0	17,2	12,8	0,6631	0,4188
16000	2,1	13,1	11,8	25,2	15,0	4,2	22,2	16,8	0,0183 <sup>a</sup>	0,1768

OD, orelha direita; OE; orelha esquerda.

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

A tabela 5 compara os limiares auditivos tonais aéreos médios convencionais e de altas frequências da orelha esquerda entre o G1 e G2 com idade a partir de 26 anos.

Existe diferença significativa para o G1 entre os limiares auditivos tonais aéreos médios dos estudantes com idades a partir de 26 anos e o G2 apenas na frequência de 250 Hz, sendo os melhores resultados apresentados pelo G2.

A tabela 6 compara os limiares auditivos tonais aéreos médios convencionais e de altas frequências da orelha esquerda entre o G1 e G2 com idade de até 25 anos.

Existe diferença significativa para o G1 entre os limiares auditivos tonais aéreos médios dos estudantes com idades

de até 25 anos e o G2 nas frequências de 250 e 500 Hz, onde o G1 apresenta piores resultados quando comparado ao G2. Já nas frequências de 12500 e 14000 Hz os melhores resultados são apresentados pelo G1.

Finalizando, a tabela 7 compara os limiares auditivos tonais aéreos médios convencionais e de altas frequências da orelha esquerda entre os dois grupos para a idade a partir de 26 anos.

Existe diferença significativa para o G1 entre os limiares auditivos tonais aéreos médios dos estudantes com idades a partir de 26 anos e o G2 apenas nas frequências de 250 e 500 Hz, sendo os melhores resultados apresentados pelo G2.

**Tabela 4** Limiares auditivos médios da orelha direita, por frequência, para a idade de até 25 anos dos grupos G1 e G2 (n = 50)

Frequência (Hz)	Até 25 anos de idade - orelha direita				p
	G1 (n = 25)		G2 (n = 25)		
	Média dBNA	Desvio padrão	Média dBNA	Desvio padrão	
250	10,0	5,2	7,6	3,6	0,0951
500	9,0	3,5	8,2	5,0	0,0037 <sup>a</sup>
1000	5,6	5,6	5,9	4,0	0,5743
2000	4,2	5,3	4,4	3,5	0,2142
3000	1,2	5,0	6,8	5,3	0,0096 <sup>a</sup>
4000	4,2	5,9	9,4	7,0	0,0997
6000	9,4	8,7	11,2	7,6	0,4320
8000	6,2	7,0	9,4	7,7	0,4715
9000	10,2	8,1	11,2	10,5	0,0319 <sup>a</sup>
10000	9,6	8,0	16,5	11,7	0,6614
11200	10,6	8,0	14,8	11,8	0,0740
12500	5,0	7,6	19,1	12,5	0,0032 <sup>a</sup>
14000	-0,8	8,0	21,8	17,1	0,0000 <sup>a</sup>
16000	1,4	14,6	22,0	19,4	0,0019 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

**Tabela 5** Limiares auditivos tonais aéreos médios da orelha direita, por frequência, para a idade a partir de 26 anos, dos grupos G1 e G2 (n = 34)

Frequência (Hz)	A partir de 26 anos - orelha direita				p
	G1 (n = 17)		G2 (n = 17)		
	Média dBNA	Desvio padrão	Média dBNA	Desvio padrão	
250	10,3	3,7	7,7	3,6	0,0239 <sup>a</sup>
500	7,7	2,6	8,2	5,0	0,6082
1000	5,3	3,7	5,9	4,0	0,6959
2000	3,5	3,4	4,4	3,5	0,4836
3000	6,2	5,7	6,8	5,3	0,7825
4000	9,1	7,8	9,4	7,1	0,8975
6000	10,0	9,2	11,2	7,6	0,6989
8000	9,1	8,9	9,4	7,7	0,9290
9000	16,2	13,6	11,2	10,5	0,2489
10000	18,8	13,1	16,5	11,7	0,6248
11200	16,8	13,8	14,7	11,8	0,6793
12500	13,2	13,8	19,1	12,5	0,2485
14000	9,7	18,7	21,2	17,1	0,0773
16000	15,3	18,4	22,1	19,5	0,2273

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

## Discussão

A perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados ocorre pela exposição sistêmica e prolongada ao som intenso (> 85 dB (A)/ 8 horas/dia). De início insidioso, suas características principais são a cronicidade e a irreversibilidade, uma vez que acomete as células ciliadas do órgão de Corti.<sup>20-23</sup> Além disso, segundo o Comitê Nacional de ruído e Conservação Auditiva (1999), não somente o tempo de exposição e a intensidade sonora, mas também a suscetibilidade individual é considerada como um fator para o aparecimento da perda auditiva.

Segundo a NR7, Anexo I (1998), será considerada perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevada as alterações dos limiares auditivos decorrentes da exposição ocupacional sistemática ao som intenso. Tendo como características principais a irreversibilidade e a progressão gradual com o tempo de exposição ao risco, inicialmente acomete as frequências de 3000 Hz, 4000 Hz ou 6000 Hz, seguindo-se das frequências de 8000 Hz, 500 Hz e por último 250 Hz.

Em relação à audiometria convencional foi observada diferença significativa entre o G1 e o G2 nas frequências de 250 Hz de ambas as orelhas e 500 Hz da orelha esquerda.

**Tabela 6** Limiares auditivos tonais aéreos médios da orelha esquerda, por frequência, para a idade de até 25 anos dos grupos G1 e G2 (n = 50)

Frequência (Hz)	Até 25 anos de idade - orelha esquerda				p
	G1 (n = 25)		G2 (n = 25)		
	Média dBNA	Desvio padrão	Média dBNA	Desvio padrão	
250	10,0	4,8	8,2	4,3	0,0504 <sup>a</sup>
500	9,4	3,6	5,8	4,9	0,0104 <sup>a</sup>
1000	4,8	5,9	4,8	4,7	0,5025
2000	6,2	7,3	6,0	5,8	1,0000
3000	2,4	6,8	5,4	5,9	0,1081
4000	3,0	5,2	7,0	6,6	0,2228
6000	7,8	7,5	7,6	6,3	0,6252
8000	4,2	5,5	7,4	6,0	0,4570
9000	9,0	7,4	5,6	6,0	0,0875
10000	10,8	8,0	8,6	6,8	0,3147
11200	9,8	8,1	6,6	5,3	0,2563
12500	6,0	9,0	12,0	7,5	0,0310 <sup>a</sup>
14000	2,2	10,7	11,6	6,9	0,0117 <sup>a</sup>
16000	3,6	17,8	13,6	13,5	0,3410

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

**Tabela 7** Limiares auditivos tonais aéreos médios da orelha esquerda, por frequência, para a idade a partir de 26 anos, dos grupos G1 e G2 (n = 34)

Frequência (Hz)	A partir de 26 anos - orelha esquerda				p
	G1 (n = 17)		G2 (n = 17)		
	Média dBNA	Desvio padrão	Média dBNA	Desvio padrão	
250	11,8	5,6	7,9	3,6	0,0143 <sup>a</sup>
500	10,6	3,5	8,2	4,7	0,0564 <sup>a</sup>
1000	6,2	5,5	6,5	5,2	0,8679
2000	6,8	7,9	6,2	5,2	0,7983
3000	7,9	10,6	7,4	6,6	0,8579
4000	9,7	12,8	9,1	6,4	0,8708
6000	13,8	18,7	11,8	9,2	0,6934
8000	12,4	17,9	12,1	6,6	0,9527
9000	18,2	18,5	13,8	9,6	0,4084
10000	18,2	20,5	13,8	8,6	0,4440
11200	18,8	20,7	15,9	11,9	0,6342
12500	13,8	21,0	21,8	13,6	0,2267
14000	10,9	22,6	10,9	14,8	0,1109
16000	13,5	23,4	21,8	15,2	0,1748

<sup>a</sup> Teste t-Student com nível de significância 0,05.

Mesmo não existindo diferença significativa para a frequência de 6000 Hz, os limiares tonais aéreos médios encontrados no grupo G1, nessa frequência, em ambas as orelhas, foram piores que os limiares apresentados pelo grupo G2.

Estes achados concordam com um estudo<sup>24</sup> realizado com 329 estudantes de música, onde houve presença de entalhe audiométrico na frequência de 6000 Hz em 78% das audiometrias realizadas.

Outro estudo<sup>25</sup> encontrou 20% dos estudantes de música com perda auditiva induzida pela música (PAIM) e no Brasil, um estudo<sup>16</sup> encontrou 38,46% dos estudantes de música com

audiograma sugestivo de PAIM, seguidos de 46,15% com audiogramas normais com entalhe em 3.000, 4.000 ou 6.000 Hz.

Um estudo<sup>4</sup> com músicos jovens, entre 18 e 37 anos de idade encontrou 7% com audiograma normal e presença de entalhe e 24% de audiogramas sugestivos de PAIM.

Em estudo<sup>26</sup> realizado com 23 músicos de *rock and roll*, com idades variando de 21 a 38 anos, sendo a maior porcentagem (57%) na faixa entre 21 e 26 anos, apesar de 100% das orelhas apresentarem limiares auditivos dentro da normalidade, a distribuição dos limiares tonais mostrou uma grande concentração de limiares piores nas frequências de 3000,

4000 e 6000 Hz, justamente as primeiras a serem acometidas no processo de desencadeamento da perda auditiva induzida pela música em forte intensidade.

Em relação aos músicos profissionais, a literatura é vasta ao apresentar resultados que se caracterizam como PAIM. São exemplos três estudos realizados com músicos de orquestra: o primeiro estudo<sup>27</sup> com 52,5% dos músicos com PAIM; o segundo estudo<sup>28</sup> com 21,7%; e o terceiro estudo<sup>29</sup> com 19%. Em relação à perda auditiva em bandas de rock e jazz, temos um estudo<sup>30</sup> com 52,39% dos músicos com PAIM e em relação às bandas instrumentais um estudo<sup>31</sup> com 13% dos músicos com PAIM; outro estudo<sup>8</sup> com 52,4% de PAIM e ainda um terceiro estudo<sup>6</sup> com 24% de alterações auditivas sugestivas de PAIM. Já para as frequências mais baixas, não encontramos na literatura achados que corroborem ou refutem os encontrados nessa pesquisa. Uma vez que todos os participantes (grupos G1 e G2) realizaram avaliação audiométrica nas mesmas condições de teste, sugere-se que mais estudos sejam realizados para maior conhecimento dos efeitos da música em intensidade elevada sobre as frequências mais baixas.

Em relação às frequências de 3000, 4000 e 6000 Hz, as quais, quando rebaixadas podem revelar perda auditiva por exposição a níveis de pressão sonora elevada, convém ressaltar que neste estudo, embora não tenha sido significativa, houve diferença entre as médias dos limiares tonais aéreos convencionais para a frequência de 6000 Hz entre os grupos G1 e G2, sendo a média pior no grupo G1 (tabela 1). A presença do entalhe audiométrico, mesmo que em apenas uma frequência deveria ser encarado como um sinal de alerta, pois poderia sugerir uma tendência ao desencadeamento da perda auditiva pela exposição à níveis de pressão sonora elevados conforme o decorrer do tempo.<sup>32</sup>

Ainda em relação a audiometria convencional, comparando-se as orelhas direita e esquerda do G1, os resultados deste estudo mostraram piores resultados na orelha esquerda para todas as frequências (excetuando-se 4000 Hz), revelando assimetria entre as orelhas (tabela 2).

Corroborando nossos resultados, um estudo<sup>33</sup> sobre o perfil audiológico de 40 músicos de orquestra sinfônica teve como resultado um perfil que segue o padrão de evolução da PAIM, porém com alteração assimétrica entre as orelhas, sendo que a orelha esquerda foi a mais acometida. Foram encontrados dois estudos<sup>27,34</sup> que referiram maior perda auditiva na orelha esquerda, ambos com violinistas. No entanto, no presente estudo houve participação de dois estudantes de violino apenas.

Poucos estudos foram encontrados na literatura pesquisada, sobre a utilização da audiometria de altas frequências para avaliação de músicos e de estudantes de música.

No presente estudo verificou-se diferença significativa entre o G1 e G2, com piores resultados para o grupo G1 somente na frequência de 9.000 Hz da orelha direita. No entanto, as médias dos limiares das frequências de 9000 Hz na orelha esquerda e 10000 Hz e 11200 Hz em ambas as orelhas foram piores no grupo G1 em relação ao G2, embora não significativas estatisticamente (tabela 1).

Esses achados diferem de outro estudo,<sup>4</sup> pois embora a autora tenha encontrado limiares médios de no máximo 11 dBNA, houve a presença de entalhe na frequência de 12.500 Hz bilateralmente e na frequência de 14.000 Hz na orelha direita.

Em outro estudo<sup>16</sup> foi observado um entalhe nas frequências de 11.200 Hz na orelha esquerda, 12.500 Hz na orelha

direita, e 16.000 Hz em ambas as orelhas, resultados estes que também diferiram dos encontrados no presente estudo.

Em contrapartida, um estudo<sup>35</sup> avaliou a mudança temporária de limiar nas frequências de 500 Hz a 14000 Hz de 16 músicos não profissionais antes e depois de 90 minutos de ensaio. Todos tinham experimentado exposições repetidas a níveis de som intensos durante pelo menos cinco anos de suas carreiras musicais. A avaliação realizada após o ensaio mostrou limiares piores para as frequências de 500 Hz a 8000 Hz ( $p < 0,004$ ), com piores resultados para a frequência de 6000 Hz, mas não houve diferenças para as frequências de 9000 Hz a 14000 Hz. Os autores concluíram, com base nestes resultados, que a audiometria de altas frequências não parece vantajosa como meio de detecção precoce da perda Auditiva induzida por níveis elevados de música.

Quando analisados segundo a idade, para o G1 de até 25 anos (tabela 4), embora tenha havido diferença significativa apenas nas frequências de 250 Hz da orelha esquerda e 500 Hz de ambas as orelhas, na orelha esquerda do grupo G1 houve piores medias dos limiares também nas frequências de 2000 Hz, 6000 Hz, 9000 Hz, 10000 Hz e 11200 Hz, quando comparados ao G2.

Para o G1 a partir de 26 anos de idade houve diferença significativa apenas na frequência de 250 Hz em ambas as orelhas e 500 Hz na orelha esquerda. No entanto, as médias dos limiares do grupo G1 também foram piores que o grupo G2 nas frequências de 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz, 9000 Hz, 10000 Hz e 11200 Hz na orelha esquerda e ainda em 9000 Hz, 10000 Hz e 11200 Hz na orelha direita (tabela 5).

Levando-se em consideração que a perda auditiva induzida pela música ou pelo ruído ocorre após anos de exposição e progride lentamente conforme o passar do tempo, o presente estudo já revela piores limiares, embora ainda dentro dos padrões de normalidade, para o G1, em várias frequências, principalmente na orelha esquerda para aqueles que têm mais de 26 anos, quando comparados ao G2 (tabelas 4 e 5).

As três instituições participantes deste estudo oferecem os cursos de música com grande diversidade de habilitações, o que coloca os alunos em situações bastante distintas de aprendizado. Embora comum a todos eles, a prática musical durante a formação difere de curso para curso, segundo a instituição e a habilitação escolhida e, na maioria das vezes, o estudante não se detém a apenas um instrumento musical.

Nessa fase, a implementação de um Programa de Preservação Auditiva para essa população, poderia trazer grandes benefícios ao levar aos estudantes toda a informação necessária sobre os riscos da exposição às intensidades elevadas de música e como prevenir a perda auditiva.

No presente estudo, os achados audiométricos, embora em sua maioria dentro da normalidade, não descartam possíveis lesões cocleares iniciais, aqui percebidas quando feitas as devidas comparações, sendo que o grupo dos estudantes (G1), expostos à música quase que diariamente, apresentaram piores limiares tonais aéreos na audiometria convencional e de altas frequências, principalmente na orelha esquerda (tabela 1).

A audiometria de altas frequências é um instrumento que pode ser útil para detectar precocemente alterações cocleares. Embora ainda sem parâmetros de normalidade padronizados e pouco realizada em músicos, as diferenças encontradas nos limiares auditivos das altas frequências, se acompanhados

durante um período maior de tempo, associadas também aos limiares auditivos convencionais, podem trazer informações sobre o estado auditivo dos músicos com o passar dos anos. O aparecimento de entalhes audiométricos tanto na audiometria convencional como de altas frequências poderiam melhor esclarecer os efeitos da música em forte intensidade.

Se este acompanhamento pudesse ser realizado no período acadêmico, ou ainda antes da graduação no período de aprendizado da música nos conservatórios ou escolas de música, o futuro músico estaria muito mais preparado para enfrentar as situações de risco e, quem sabe, colaborar para que as intensidades sonoras não sejam fortes o suficiente ou, pelo menos, por tempo tão prolongado, a ponto de afetar sua audição.

## Conclusão

Tanto a audiometria convencional como a de altas frequências revelou existência de diferença estatisticamente significativa quando se comparou os limiares audiométricos do grupo de estudantes de música e o grupo formado por indivíduos não músicos, não estudantes de música e não expostos a ruído no trabalho, sendo os piores limiares encontrados no grupo dos estudantes de música. As diferenças foram mais significativas no exame de altas frequências, o que permite inferir que a avaliação dos limiares de altas frequências de forma periódica pode ser útil na detecção precoce da deficiência auditiva em músicos.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

- Russo ICP. *Acústica e psicoacústica aplicadas à fonoaudiologia*. 2ª ed. São Paulo: Lovise; 1999.
- Richter B, Zander MF, Spahn C. Hörbelastung und Gehörschutz bei Orchestermusikern Rohrbblatt, Frechen, 2008;23:131-6. Sobre carga sonora e proteção auditiva em músicos de orquestra. Tradução: Hary Schweizer. Disponível em: [http://www.haryschweizer.com.br/Textos/sobrecarga\\_e\\_protecao\\_auditiva.htm](http://www.haryschweizer.com.br/Textos/sobrecarga_e_protecao_auditiva.htm)
- Wade AB. Musicians' hearing loss: defining the problem e designing solutions [tese]. San Marcos: Texas State Univ.; 2010.
- Amorim RB, Lopes AC, Santos KTP, Melo ADP, Lauris JRP. Alterações auditivas da exposição ocupacional em músicos. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2008;12:377-83.
- Andrade AIA, Russo ICP, Lima MLLT, Oliveira LCS. Avaliação auditiva em músicos de frevo e maracatu. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2002;68:714-20.
- Gonçalves CGO, Lacerda ABM, Zocoli AMF, Oliva FC, Almeida SB, lantás MR. Percepção e o impacto da música na audição de integrantes de banda militar. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009;14:515-20.
- Santoni CB. Músicos de pop-rock: efeitos da música amplificada e avaliação da satisfação no uso de protetores auditivos [dissertação]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 2008.
- Mendes MH, Morata TC, Marques JM. Aceitação de protetores auditivos pelos componentes de banda instrumental e vocal. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2007;73:785-92.
- Namur FABM, Fukuda Y, Onishi ET, Toledo RN. Avaliação auditiva em músicos da Orquestra Sinfônica Municipal de São Paulo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 1999;65:390-5.
- Russo ICP, Santos TMM, Busgaib BB, Osterne FJV. Um estudo comparativo sobre os efeitos da exposição à música em músicos de trios elétricos. *Braz J Otorhinolaryngol*. 1995;61:477-84.
- Mitre EI. Conhecimentos essenciais para entender bem a inter-relação otorrinolaringologia e fonoaudiologia. São José dos Campos: Pulso Editorial; 2003.
- O'neil W, Guthrie MS. DPOAEs among normal-hearing musicians and non-musicians. *Hearing Review* [serial online] 2001 May. Disponível em: [http://archive.hearingreview.com/issues/articles/2001-05\\_02.asp](http://archive.hearingreview.com/issues/articles/2001-05_02.asp)
- Mendes MH, Morata TC. Exposição profissional à música: uma revisão. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12:63-9.
- Santos TMM, Russo ICP. *A prática da audiologia clínica*. 6ª ed. São Paulo: Cortez; 2007.
- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria n. 19, de 9 de abril de 1998 da Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho. Disponível em: [http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEEB7F30751E6/p\\_19980409\\_19.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEEB7F30751E6/p_19980409_19.pdf)
- Otubo KA, Lopes AC, Lauris JRP. Uma análise do perfil audiológico de estudantes de música. *Per Musi*. 2013;27:141-51.
- Lopes AC, Godoy JB. Considerações metodológicas para investigação dos limiares de frequências ultra-altas em indivíduos expostos ao ruído ocupacional. *Salusvita*. 2006;25:149-60.
- Costa CP. Contribuições da ergonomia à saúde do músico: considerações sobre a dimensão física do fazer musical. *Música Hodie*. 2005;5:53-63.
- Chesky K. Schools of music and conservatories and hearing loss prevention. *Int J Audiol*. 2011;50:32-7.
- Ferreira JM. *Perda auditiva induzida por ruído*. Bom Senso e Consenso. São Paulo: Ed. VK; 1998.
- Alberti PW. Deficiência auditiva induzida pelo ruído. Em: Lopes Filho O, Campos CAH. *Tratado de Otorrinolaringologia*. São Paulo: Ed. Roca; 1994. p. 93-9.
- Melnick W. Saúde auditiva do trabalhador. Em: Katz J. *Tratado de audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Manole; 1999. p. 529-44.
- Henderson D, Hamernik RP. Biologic bases of noise-induced hearing loss. *Occup Med*. 1995;10:513-34.
- Phillips SL, Henrich VC, Mace ST. Prevalence of noise-induced hearing loss in student musicians. *Int J Audiol*. 2010;49:309-16.
- Schmidt JH, Pedersen ER, Juhl PM, Christensen-Dalsgaard J, Andersen TD, Poulsen T, et al. Sound exposure of symphony orchestra musicians. *Ann Occup Hyg*. 2011;55:893-905.
- Maia JRF, Russo ICP. Estudo da audição de músicos de rock and roll. *Pro Fono*. 2008;20:49-54.
- Royster JD, Royster LH, Killion MC. Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians. *J Acoust Soc Am*. 1991;89:2793-803.
- Marchiori LLM, Melo JJ. Comparação das queixas auditivas com relação à exposição ao ruído em componentes de orquestra sinfônica. *Pro Fono*. 2001;13:9-12.
- Laitinen HM, Topila EM, Olkinuora PS, Kuisma K. Sound exposure among the Finnish National Opera personnel. *J Occup Environ Hyg*. 2003;18:177-82.
- Samelli AG, Schochat E. Perda auditiva induzida por nível de pressão sonora elevado em um grupo de músicos profissionais de rock-and-roll. *Acta AWHO*. 2000;19:136-43.
- Mendes MH, Koemler LA, Assencio-Ferreira VJ. A prevalência de perda auditiva induzida pelo ruído em músicos de banda instrumental. *Rev CEFAC*. 2002;4:179-85.
- Fiorini AC [dissertação] *Conservação auditiva: estudo sobre o monitoramento audiométrico em trabalhadores de uma indústria metalúrgica*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 1994.
- Maia AA, Gonçalves DU, Menezes LN, Barbosa BMF, Almedia PS, Resende LM. Análise do perfil audiológico dos músicos da Orquestra Sinfônica de Minas Gerais (OSMG). *Per Musi*. 2007;15:67-71.
- Azevedo MF, Oliveira C. Audição de violinistas profissionais: estudo da função coclear e da simetria auditiva. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;17:73-7.
- Schmuziger JP, Probst R. An assessment of threshold shifts in non-professional pop/rock musicians using conventional and extended high-frequency audiometry. *Ear Hear*. 2007;28:643-8.