

## Artigos originais

## Avaliação audiológica e eletrofisiológica em músicos profissionais de orquestra

*Audiological and electrophysiological assessment of professional orchestral musicians*Alessandra Giannella Samelli<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7164-8942>Camila Maia Rabelo<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5431-8071>Liliane Aparecida Fagundes Silva<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8985-0447>Denise Gonzaga<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9301-7340>Joyce Miranda Santiago<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6334-0147>Fernanda Cristina Leite Magliaro<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0627-4320>Carla Gentile Matas<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9408-7172>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina - FMUSP, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Trabalho realizado no Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP - São Paulo, São Paulo, Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - Fapesp sob número de processo 2012/14267-6.

Conflito de interesses: Inexistente



Recebido em: 11/11/2019  
Aceito em: 23/03/2020

**Endereço para correspondência:**

Alessandra Giannella Samelli  
Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária  
CEP: 05360-160 - São Paulo, São Paulo, Brasil  
E-mail: alesamelli@usp.br

**RESUMO**

**Objetivo:** verificar se a frequente exposição musical é capaz de prejudicar as respostas das vias auditivas periférica e central em músicos profissionais de orquestra.

**Métodos:** participaram 45 indivíduos do sexo masculino, entre 19 e 40 anos, divididos em Grupo de músicos formado por 30 músicos de orquestra que tocavam instrumentos de corda ou de sopro, e Grupo de não músicos formado por 15 indivíduos. Ambos os grupos foram submetidos à audiometria tonal nas frequências convencionais e em altas frequências, Emissões Otoacústicas Transientes e *Frequency Following Response*. Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva e inferencial, por meio do teste ANOVA *One-Way* para amostras não pareadas, sendo o nível de significância de 5%.

**Resultados:** não houve diferenças significantes entre os limiares auditivos, tanto nas frequências convencionais quanto nas altas frequências e no *Frequency Following Response*. No entanto, observou-se diferenças entre as respostas das Emissões Otoacústicas Transientes, sendo que os músicos apresentaram respostas diminuídas em relação ao grupo de não músicos.

**Conclusão:** os resultados sugeriram que a frequente exposição musical que indivíduos que tocam em orquestra vivenciam é capaz de prejudicar a função das células ciliadas da cóclea. Sendo assim, o monitoramento audiológico é importante a fim de detectar alterações subclínicas.

**Descritores:** Música; Audição; Eletrofisiologia; Perda Auditiva; Cóclea

**ABSTRACT**

**Purpose:** to verify whether the frequent musical exposure can impair peripheral and central auditory pathway responses in professional orchestral musicians.

**Methods:** 45 male individuals from 19 to 40 years old participated in the study. They were divided into two groups: one comprising 30 orchestral musicians who played strings or wind instruments, and another with 15 nonmusicians. The two groups were submitted to both conventional and high-frequency pure-tone audiometry, transient-evoked otoacoustic emissions, and frequency-following response. The results were subjected to descriptive and inferential statistical analysis, using the one-way ANOVA unmatched samples parametric test, with a 5% significance level.

**Results:** no significant differences were observed between the hearing thresholds in both conventional and high-frequency audiometry and frequency-following response. However, there were statistically significant differences between transient-evoked otoacoustic emission responses, with lower responses to musicians in comparison to the nonmusician group.

**Conclusion:** the results suggest that frequent musical exposure experienced by orchestral musicians can impair the cochlear hair cells' function. Therefore, audiological monitoring is important to detect subclinical impairments.

**Keywords:** Music; Hearing; Electrophysiology; Hearing Loss; Cochlea

## INTRODUÇÃO

A exposição sonora a elevados níveis de pressão sonora é capaz de causar prejuízos auditivos, provocando perdas auditivas permanentes, além de outros sintomas auditivos, tais como zumbido e hiperacusia<sup>1,2</sup>.

A música, embora seja considerada diferente do ruído por suas características espectrais, quando executada em níveis de pressão sonora elevados, por longos períodos de exposição, pode lesar o sistema auditivo de forma progressiva e permanente<sup>1,3</sup>.

Sabe-se que indivíduos músicos profissionais frequentam constantemente ambientes de ensaio e de apresentações, cujos níveis de pressão sonora superam a intensidade de 85 dB (A). Embora seja notório que para músicos de bandas de *jazz*, *pop* e *rock* a intensidade sonora seja claramente mais elevada<sup>1,4,5</sup>, em virtude do uso de amplificação, pesquisas têm demonstrado que os níveis de pressão sonora atingidos em apresentações de orquestras sinfônicas podem variar de 79 a 110 dB (A), podendo chegar a picos de 115 dB (A)<sup>6</sup>. Além disso, para garantir uma aprazível execução instrumental, os músicos precisam empreender várias horas em estudos e apresentações, o que acaba configurando um ambiente de risco para o desenvolvimento de perda auditiva nesta população.

Considerando isto, alguns estudos têm avaliado os sintomas auditivos entre músicos e o zumbido tem sido uma queixa muito comum, chegando a atingir mais de 50% dos indivíduos<sup>2,7-9</sup>.

Também, outros estudos têm avaliado a audição de músicos de orquestra por meio da audiometria tonal convencional e os resultados demonstraram que estes indivíduos podem apresentar perda de audição ao longo dos anos de exposição, sendo observado maior prejuízo para as frequências de 4 a 8 kHz<sup>8,10,11</sup>. Por outro lado, um estudo observou limiares auditivos em estudantes músicos inferiores a 20 dB NA<sup>12</sup>.

Sabe-se que o comprometimento coclear em seu estágio inicial pode não alterar os limiares auditivos da audiometria tonal nas frequências convencionais<sup>7</sup>. Desta forma, a avaliação auditiva por meio da audiometria de altas frequências (acima de 8 kHz), bem como das Emissões Otoacústicas Transientes (EOAT) torna-se importante, a fim de investigar a existência de indícios de comprometimento coclear nesta população.

As EOAT são respostas geradas pela liberação de energia das células ciliadas externas da cóclea, decorrentes de uma estimulação breve por meio de cliques<sup>13</sup>, sendo que a ausência ou baixa amplitude das EOAT, na ausência de patologias de orelha

média, podem indicar uma disfunção coclear antes de qualquer evidência clínica relevante na audiometria tonal<sup>14</sup>. Alguns estudos têm observado que músicos de orquestra podem apresentar amplitude das respostas das EOAT diminuídas, sendo que quanto maior o tempo de exposição musical, maior pode ser o comprometimento coclear<sup>10,11</sup>.

Ainda, para complementar a bateria dos exames audiológicos, a avaliação da resposta eletrofisiológica da via auditiva é uma medida importante, pois é capaz de detectar alterações ao longo do nervo auditivo até o tronco encefálico<sup>15</sup>. Para esta medida, o estímulo acústico mais empregado é o clique, pois desencadeia respostas sincrônicas de um grande número de neurônios e representa um amplo espectro de frequências<sup>16</sup>. Apesar disto, o registro gerado com o sinal da fala, por meio do *Frequency Following Response* (FFR), requer uma resposta neural sincronizada para sua decodificação, sendo assim, um método ideal para o estudo das bases neurais da percepção da fala<sup>17</sup>.

Ainda pouco se sabe sobre a influência que a exposição à música pode ocasionar na via auditiva como um todo de músicos profissionais de orquestra sinfônica, visto que a maior parte dos estudos com músicos aborda a avaliação de músicos de outros gêneros musicais, tais como *jazz*, *pop* e *rock*, bem como a maioria dos estudos concentra-se na avaliação da porção periférica da via auditiva.

Recentemente, estudos têm demonstrado que a exposição a elevados níveis de pressão sonora pode ocasionar prejuízos ao sistema auditivo mesmo sem rebaixamento dos limiares auditivos mensurados pela audiometria convencional, em virtude de uma sinaptopatia; tais alterações podem levar a dificuldades de compreensão de fala na presença de ruído, zumbido e hiperacusia<sup>18,19</sup>.

Deste modo, torna-se fundamental investigar a existência de indícios de alterações auditivas também em músicos de orquestra sinfônica, considerando a avaliação dos limiares auditivos nas frequências convencionais e nas altas frequências, avaliação da função coclear, bem como, avaliação da funcionalidade das vias auditivas centrais, a fim de melhor orientar e propor programas de prevenção das perdas auditivas para esta população.

O objetivo do presente estudo foi verificar se a frequente exposição musical é capaz de prejudicar as respostas das vias auditivas periférica e central em músicos profissionais de orquestra.

## MÉTODOS

Estudo observacional do tipo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP sob número de processo 241/12. Antes de iniciar os procedimentos, todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participaram desta pesquisa 45 indivíduos na faixa etária entre 19 e 40 anos, divididos em dois grupos: um grupo controle composto por indivíduos não-músicos (GNM) e um grupo estudo formado por indivíduos músicos profissionais de orquestra (GM), cujos instrumentos utilizados deveriam ser de corda ou sopro.

Os critérios de inclusão para o GM foram: ser músico profissional; ser membro de orquestra há mais de dois anos; e ter exposição musical pelo menos uma vez por semana.

No que tange aos critérios de exclusão, foram considerados: relato de trauma acústico; ter qualquer outra exposição a ruído ocupacional além da música; ter histórico de otite média de repetição; ter histórico prévio de cirurgia otológica; e ter perda auditiva condutiva ou excesso de cerume no meato acústico externo.

Para os indivíduos do GNM, o critério de inclusão considerou a ausência de exposição musical em nível profissional, e os critérios de exclusão foram os mesmos do GM.

Considerando isto, o GM foi composto por 30 músicos profissionais, do sexo masculino, com faixa etária entre 19 e 36 anos ( $22,25 \pm 4,08$ ) e o GNM foi composto por 15 indivíduos do sexo masculino com faixa etária entre 20 e 40 anos (média de  $24,87 \pm 6,02$ ).

Para o GM, a exposição diária à música foi em média de 5,75 horas, sendo que o tempo de vivência musical foi em média de 10,75 anos. Quanto aos tipos de instrumentos musicais, 15 indivíduos tocavam instrumentos de corda e 15 indivíduos tocavam instrumentos de sopro, sendo que nenhum deles fazia uso de protetores auditivos durante a exposição musical.

Como forma de caracterizar o ambiente de ensaio, realizou-se a medição dos níveis de pressão sonora durante dois ensaios em diferentes dias com o equipamento SV 102 da marca *Svantek*<sup>TM</sup>, configurado para a ponderação A, resposta lenta, máxima exposição diária (8 horas) de 85 dB(A), taxa de dobra de 5 dB(A). O dosímetro foi posicionado à frente e ao fundo da orquestra, com tempo de medição de 180 minutos. Observou-se uma variação de 74,1 a 103,2 dB (A), com Leq médio de 87,3 dB (A).

No que se refere aos procedimentos da pesquisa, todos os participantes preencheram um questionário que abrangia questões relacionadas à idade, gênero, nível educacional, história médica e ocupacional pregressa, e atividades musicais, tais como, tempo de treinamento diário, nível de intensidade sonora, frequência semanal em atividades musicais, tipo de instrumento e uso de proteção auditiva.

A avaliação auditiva foi realizada inicialmente por otoscopia e, a seguir, todos os participantes foram submetidos às medidas de imitância acústica a fim de descartar qualquer comprometimento condutivo e selecionar os candidatos considerando os critérios de exclusão. Sendo assim, foram considerados como critérios de normalidade a presença de curva timpanométrica tipo A e presença dos reflexos acústicos ipsi e contralaterais<sup>20</sup>.

A avaliação dos limiares auditivos tonais foi realizada por meio da técnica de audiometria padrão em sala acusticamente tratada utilizando audiômetro clínico (GSI 61, Grason-Stadler). Foram mensurados os limiares auditivos das frequências convencionais de 0,25 a 8 kHz, bem como das altas frequências de 9; 10; 12,5; 14; 16; 18 e 20 kHz. Foram considerados limiares auditivos dentro da normalidade aqueles inferiores a 25 dB NA<sup>21</sup>.

As Emissões Otoacústicas Transientes (EOAT) foram mensuradas utilizando equipamento ILO 292 Plus OAE Analyzer, com estímulo tipo clique não linear em intensidade de 80 dB NPS. As respostas foram consideradas presentes quando a relação Sinal/Ruído foi maior que 3 dB NPS. Os participantes foram avaliados em uma sala silenciosa em cabine acústica.

A avaliação eletrofisiológica da audição foi realizada por meio do *Frequency Following Response* (FFR) utilizando o equipamento de dois canais *Smart EP- Intelligent Hearing Systems*. O procedimento foi realizado em sala acusticamente tratada com o participante sentado confortavelmente em poltrona reclinável. Os indivíduos foram orientados a fixarem os olhos em uma figura posicionada em aproximadamente um metro e meio à frente dos olhos, a fim de atenuar o movimento ocular.

Para a realização desta avaliação foi feita limpeza na pele do participante com pasta abrasiva, e a seguir os eletrodos foram fixados à superfície com pasta condutiva e fita microporosa. O posicionamento dos eletrodos seguiu o padrão internacional 10-20, sendo que o eletrodo de referência foi fixado na posição Fpz, o eletrodo terra foi posicionado na frente e os eletrodos

ativos foram posicionados nas mastóides esquerda e direita (M1 e M2).

O estímulo utilizado foi a sílaba /da/ com tempo de duração de 40 ms, polaridade alternada, sendo apresentado monoauralmente a 80 dBnNA, numa velocidade de apresentação de 11,1 estímulos por segundo, totalizando 3000 estímulos (três varreduras de 1000 estímulos) apresentados por meio de fone supraural TDH49. A janela de gravação foi de 60 ms, ganho de 150 k, filtro passa-alto de 100 Hz e passa-baixo de 3000 Hz. Os três traçados obtidos foram selecionados e somados, e no traçado resultante foram identificadas as ondas V, A, C, D, E, F e O, que foram analisadas quanto à latência, utilizando-se como parâmetro a normalidade oferecida pelo equipamento *Navigator - Pró*<sup>22</sup>.

Os resultados foram submetidos à análise estatística, sendo avaliados os dados quantitativos mediante a obtenção da média e desvio padrão. Para a análise inferencial foi utilizado o teste paramétrico ANOVA *One-Way* para amostras não pareadas, sendo definido um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Inicialmente foi analisada a diferença da faixa etária entre os grupos; os grupos foram homogêneos entre si, sendo que não houve diferença estatisticamente significativa para esta variável ( $p$ -valor = 0,091).

Os dados coletados das anamneses mostraram que, no que se refere a sintomas auditivos, 55% dos músicos apresentaram queixa de zumbido, 25% apresentaram queixa de coceira no ouvido e 37 % de dor de ouvido. Em relação às dificuldades de inteligibilidade de fala no ruído, 33,3% dos músicos apresentaram esta queixa, bem como 60% deles queixaram-se de incômodo na presença de sons intensos. Nenhum dos músicos referiu utilizar proteção auditiva durante os ensaios ou apresentações.

Quanto aos procedimentos audiológicos, inicialmente foram analisados os resultados de cada orelha separadamente. Considerando que os resultados obtidos nas orelhas direita e esquerda apresentavam respostas semelhantes entre si, e que não houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas ( $p$ -valor  $> 0,05$ ), os dados foram agrupados e, desta forma, os resultados referentes ao GM são correspondentes aos dados de 60 orelhas e do GNM são correspondentes aos dados de 30 orelhas.

Os resultados obtidos em ambos os grupos avaliados demonstraram limiares auditivos para as frequências convencionais (0,25 a 8 kHz) dentro da normalidade. Ao comparar os resultados audiométricos, tanto para audiometria tonal convencional quanto para a audiometria de altas frequências, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre o GM e o GNM ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) (Tabela 1 e Tabela 2).

**Tabela 1.** Comparação dos limiares da audiometria tonal convencional entre os dois grupos

Audiometria tonal convencional	Grupo	Média (dB NA)	Desvio Padrão	p-valor
0,25 kHz	GNM	6,50	3,60	0,148
	GM	4,50	4,60	
0,5 kHz	GNM	5,10	4,30	0,732
	GM	4,64	4,20	
1 kHz	GNM	5,80	5,09	0,506
	GM	4,86	4,08	
2 kHz	GNM	4,70	5,40	0,599
	GM	3,93	4,16	
3 kHz	GNM	3,90	4,30	0,375
	GM	2,57	4,87	
4 kHz	GNM	7,00	5,60	0,055
	GM	3,86	4,75	
6 kHz	GNM	7,10	6,20	0,708
	GM	6,14	8,81	
8 kHz	GNM	4,80	4,90	0,500
	GM	3,71	5,16	

Teste ANOVA *One-Way*

**Legenda:** GNM-Grupo de Não-Músicos; GM-Grupo de Músicos; kHz- Kilo Hertz; dB NA: decibel Nível de Audição

**Tabela 2.** Comparação dos limiares da audiometria tonal de altas frequências entre os dois grupos

Audiometria tonal de altas frequências	Grupo	Média (dB NA)	Desvio Padrão	p-valor
9 kHz	GNM	9,6	5,8	0,213
	GM	7,07	6,57	
10 kHz	GNM	8,7	7,3	0,452
	GM	7	6,99	
12,5 kHz	GNM	10,2	12,3	0,279
	GM	7,21	6,12	
14 kHz	GNM	10,7	15,8	0,332
	GM	7	9,53	
16 kHz	GNM	10,6	10,4	0,723
	GM	9,29	12,17	
18 kHz	GNM	10,3	9	0,930
	GM	10,56	9,46	
20 kHz	GNM	2	3,7	0,439
	GM	3,06	4,56	

Teste ANOVA *One-Way*

**Legenda:** GNM-Grupo de Não-Músicos; GM-Grupo de Músicos; kHz- Kilo Hertz; dB NA: decibel Nível de Audição

Os resultados das EOAT demonstraram diferenças estatisticamente significantes em todas as frequências avaliadas ( $p$ -valor  $< 0,05$ ), sendo que as amplitudes das respostas foram maiores no GNM; apenas no parâmetro *response*, apesar da amplitude ter se mostrado maior no GNM, o  $p$ -valor não alcançou o nível de significância adotado no presente estudo ( $p$ -valor = 0,2447) (Tabela 3).

No que tange aos dados do FFR, observou-se que os valores de latência de todas as ondas encontravam-se dentro dos padrões de normalidade em ambos os grupos. Ao comparar os resultados obtidos entre os grupos, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) (Tabela 4).

**Tabela 3.** Comparação das respostas das EOAT entre os dois grupos avaliados

EOAT	Grupo	Média (dB NPS)	Desvio Padrão	p-valor
1 kHz	GNM	13,62	7,55	0,0038*
	GM	5,96	8,1	
1,5 kHz	GNM	20,16	5,73	0,0000*
	GM	7,68	8,68	
2 kHz	GNM	19,62	4,86	0,0000*
	GM	7,84	7,55	
3 kHz	GNM	17,77	4,98	0,0000*
	GM	6,61	6,61	
4 kHz	GNM	12,59	5,36	0,0000*
	GM	2,55	7,2	
Response	GNM	13,41	3,12	0,2447
	GM	8,13	17,1	

Teste ANOVA *One-Way*

**Legenda:** EOAT- Emissões Otoacústicas Transientes; GNM-Grupo de Não-Músicos; GM-Grupo de Músicos; kHz- Kilo Hertz; dB NPS: decibel Nível de Pressão Sonora



**Tabela 4.** Comparação das latências das ondas do FFR com estímulo de fala entre os dois grupos avaliados

FFR	Grupo	Média (ms)	Desvio Padrão	p-valor
V	GNM	6,61	0,66	1,000
	GM	6,61	0,78	
A	GNM	7,95	0,56	0,605
	GM	8,08	0,88	
C	GNM	18,17	0,79	0,107
	GM	17,31	1,94	
D	GNM	22,93	1,19	0,775
	GM	23,03	1,06	
E	GNM	31,70	1,17	0,532
	GM	31,93	1,15	
F	GNM	40,03	1,68	0,668
	GM	39,87	0,82	
O	GNM	47,92	1,53	0,077
	GM	48,85	1,85	

Teste ANOVA *One-Way*

**Legenda:** FFR-Frequency Following Response; GNM-Grupo de Não-Músicos; GM-Grupo de Músicos; ms- milissegundos

## DISCUSSÃO

Neste estudo foi possível avaliar a audição de músicos de orquestra sinfônica que tocavam instrumentos de corda e de sopro, caracterizando o seu ambiente de ensaio no que se refere aos níveis de pressão sonora. Também, investigou-se possíveis diferenças de audibilidade que esses indivíduos pudessem apresentar em comparação a indivíduos não músicos, dada a exposição musical em níveis elevados de pressão sonora que os músicos vivenciam.

Verificou-se que os níveis de pressão sonora nos ensaios da orquestra variaram de 74,1 a 103,2 dB (A), com Leq médio de 87,3 dB (A). Os valores observados no presente estudo são semelhantes aos descritos em um artigo de revisão de literatura<sup>6</sup>, que citaram valores variando de 79 a 110 dB (A) em apresentações de orquestras sinfônicas.

Embora o tempo médio de exposição (cinco horas) e o nível de pressão sonora médio medido no ambiente de ensaio (87,3 dB (A)) estejam dentro do limite de segurança preconizado pela norma regulamentadora da NR 15 (85 dB (A) por até 8 horas)<sup>23</sup>, sabe-se que a cada 5 dB aumentados, diminui pela metade o limite do tempo de exposição permitido. Assim, considerando que os valores medidos atingiram 103 dB (A), não se pode descartar o risco de desenvolvimento de perda auditiva nesta população.

No presente estudo, nenhum dos músicos referiu utilizar equipamento de proteção individual especializado, estando este dado de acordo com estudos

progressos, que observaram que o uso de proteção auditiva não costuma ser bem aceito por músicos<sup>7</sup>. Alguns autores comentaram que, nas orquestras, a dificuldade em se utilizar proteção auditiva individual estaria na necessidade de ouvir o próprio instrumento, bem como os instrumentos dos demais músicos. Além disso, quando há mudança na dinâmica musical, os músicos poderiam encontrar maior dificuldade com uso dos protetores auditivos para ouvir as passagens musicais com menor intensidade sonora e, também, durante os ensaios, teriam maior dificuldade em ouvir o maestro<sup>7</sup>.

Em um estudo com cinco orquestras, foi observado que 94% dos participantes estavam preocupados com perda auditiva; todavia, somente 20% dos indivíduos que apresentavam queixas auditivas e 6% dos indivíduos que não apresentavam queixas auditivas faziam uso do protetor auditivo; o autor afirmou também que motivação e treino são necessários para aumentar a adesão ao uso de protetores auditivos entre os músicos<sup>9</sup>. Da mesma forma, outro estudo realizado com indivíduos músicos de orquestra observou uma adesão de apenas 2% no que se refere ao uso do protetor auditivo<sup>8</sup>. Sendo assim, é fundamental que seja desenvolvido um programa educacional com estes profissionais, objetivando a conscientização a respeito dos riscos auditivos, bem como da necessidade do uso de protetores auditivos específicos para músicos, que interfeririam menos na dinâmica de atividade diária e preveniria o desenvolvimento de perdas auditivas.

No que tange às principais queixas auditivas, observou-se que 55% dos músicos apresentavam zumbido, sendo que esta porcentagem foi semelhante a outros estudos, nos quais foi observada prevalência deste sintoma em 51%<sup>8</sup> e de 53%<sup>24</sup> dos músicos. Da mesma forma, o zumbido foi mencionado como um dos principais efeitos da exposição excessiva à música em intensidade elevada na orquestra sinfônica Municipal de São Paulo<sup>7</sup>. Também, no estudo de Laitinen, o zumbido temporário foi a queixa mais comum, relatada por 37% dos indivíduos, e o zumbido permanente foi relatado por 15% das mulheres e 18% dos homens<sup>9</sup>.

Uma revisão sistemática da literatura, publicada recentemente, observou prevalência de perda auditiva em 32% dos músicos profissionais de música clássica, sendo que a perda auditiva acometeu principalmente as frequências de 3 a 6 kHz. Ainda, neste estudo, foi observado que o zumbido foi a principal queixa audiológica, sendo a prevalência observada de 25,8% em músicos de pop-rock e em 26,5% em músicos clássicos<sup>2</sup>.

Quanto às outras queixas, observou-se que 33,3% dos músicos referiram dificuldades na inteligibilidade de fala no ruído e 60% deles queixaram-se de incômodo na presença de sons intensos, concordando com o estudo de DiStadio et al.<sup>2</sup>, que afirma que a música, tanto durante o entretenimento quanto em ambiente profissional, é capaz de causar não só a perda auditiva como também induzir outros sintomas auditivos como o zumbido e a hiperacusia.

Alguns estudos têm apontado que a exposição prolongada ao ruído pode alterar tanto a discriminação de sons verbais como de sons não-verbais<sup>25,26</sup>. Outros estudos que avaliaram a compreensão de fala com ruído de fundo, comparando indivíduos normo-ouvintes expostos e não expostos ao ruído, concluíram que o grupo exposto apresentou menor número de acertos, indicando um prejuízo na inteligibilidade de fala em situações de escuta desfavoráveis, mesmo na presença de limiares auditivos dentro da normalidade<sup>25,27</sup>. Fazendo-se um paralelo dos achados de trabalhadores expostos a ruído e os músicos avaliados no presente estudo, pode-se sugerir que mesmo não sendo ruído, a exposição à música em intensidade elevada pode ter causado prejuízo para a inteligibilidade de fala na presença do ruído, o que explicaria esta queixa referida por mais de 30% dos músicos.

Analisando os resultados da audiometria tonal convencional, observou-se limiares auditivos dentro dos limites da normalidade em ambos os grupos. Além

disso, tanto para a audiometria tonal convencional quanto para a audiometria tonal de altas frequências, não houve diferenças estatisticamente significantes entre o GM e o GNM.

Este achado corroborou um estudo que não observou diferenças entre estudantes músicos e não músicos, sendo que os limiares auditivos foram inferiores à 20 dB NA em 83% dos estudantes avaliados em ambos os grupos<sup>12</sup>.

Dois outros estudos que avaliaram músicos de orquestra observaram limiares auditivos dentro da normalidade para as frequências convencionais, mesmo após muitos anos de exposição; no entanto, foi observado um entalhe na frequência de 6 kHz, semelhante ao observado na perda auditiva induzida por ruído<sup>28,29</sup>.

Diferentemente dos achados do presente estudo, Pawlaczyk-Łuszczynska et al.<sup>10</sup> encontraram audiogramas típicos de perda auditiva induzida por ruído em 28% dos músicos avaliados. Da mesma forma, outro estudo observou perda auditiva bilateral em 19,2% dos músicos<sup>8</sup>. Um outro estudo também observou que mais de 50% dos músicos de orquestra sinfônica apresentaram perda auditiva neurossensorial, com limiares mais elevados nas frequências mais altas, tanto na audiometria convencional, quanto na audiometria de altas frequências<sup>24</sup>.

Cabe ressaltar que a faixa etária dos indivíduos avaliados no presente estudo compreende a de um grupo de indivíduos jovens (média de 22,25 anos), o que difere dos estudos referenciados anteriormente, nos quais as médias de idade variaram entre 35 e 44 anos de idade<sup>8,10,24</sup>. Um outro estudo observou limiares inferiores à 15 dB NA em um grupo de músicos; no entanto, verificou limiares auditivos superiores a esta intensidade nas frequências de 4 a 8 kHz em indivíduos com mais de 40 anos de idade<sup>11</sup>. Desta forma, o fator idade parece ser uma das principais causas da discordância entre os estudos citados.

Alguns autores<sup>7</sup> observaram que a avaliação pela audiometria tonal pode apresentar resultados normais, mesmo quando os indivíduos apresentam alguma queixa, considerando que a normalidade dos limiares auditivos na audiometria tonal em indivíduos com zumbido, não é um fator determinante para se excluir a possibilidade de comprometimento coclear<sup>7</sup>.

No presente estudo, os resultados das EOAT demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para todas as frequências avaliadas,

sendo que o GM apresentou média das respostas das EOAT menores em comparação ao GNM.

Um estudo demonstrou diminuição na amplitude das respostas das EOAT após os ensaios, cujo nível de pressão sonora variou entre 75,6 e 83,1 dB<sup>11</sup>. Da mesma forma, em um outro estudo que estimou o ruído cumulativo ao longo dos anos (calculado a partir dos anos de exposição e dos níveis de pressão sonora mensurados, sendo os músicos classificados em baixa-exposição e alta-exposição), foi observada uma tendência a significância estatística de músicos com alta exposição apresentarem menores respostas das EOAT<sup>10</sup>. Estes dados, em conjunto com os achados do presente estudo, sugerem que a exposição musical é capaz de prejudicar o funcionamento coclear, mesmo que os limiares auditivos estejam dentro da normalidade.

No que tange à avaliação da via auditiva central por meio da avaliação do FFR, observou-se que todos os indivíduos apresentaram resultados dentro do esperado para a normalidade, sendo que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Um estudo que avaliou as respostas eletrofisiológicas da audição em tronco encefálico de um grupo de músicos profissionais de *rock/pop* verificou que, embora os indivíduos músicos apresentassem limiares auditivos mais rebaixados, bem como menor amplitude das EOAT, as latências das ondas do potencial auditivo evocado de tronco encefálico foram mais precoces do que as de indivíduos não músicos. Com base nestes dados, os autores sugeriram que o treinamento musical pode facilitar a transmissão do sinal acústico ao longo da via auditiva<sup>30</sup>. Cabe ressaltar que os estímulos utilizados no presente estudo diferem dos empregados no referido estudo<sup>30</sup>, o que pode explicar, em parte, as diferenças nos achados.

Desta forma, os resultados do presente estudo podem sugerir que a lesão causada pela exposição a elevados níveis de pressão sonora ocorre inicialmente nas células ciliadas da cóclea e só, posteriormente, o comprometimento apareceria nas vias centrais; assim, mudanças de limiares auditivos na audiometria tonal e alterações nas respostas eletrofisiológicas só seriam notados após um maior tempo de exposição sonora do que o vivenciado pelos indivíduos deste estudo, visto que a estimulação auditiva via treinamento musical pode facilitar a transmissão dos sons e postergar a identificação de qualquer alteração nas latências das ondas do FFR.

A falta de padronização legal para exposição sonora específica para músicos pode criar a falsa suposição de que este tipo de ambiente de trabalho está livre de riscos auditivos. Assim, destaca-se a necessidade da implantação de um programa de conservação auditiva para este grupo ocupacional, que discrimine normas de segurança específicas considerando o número de dias de trabalho por semana, o número de horas por dia e os níveis de pressão sonora permitidos durante cada apresentação.

Além disso, preconiza-se a conscientização sobre a importância do uso do protetor auditivo durante os ensaios e apresentações, bem como a importância da avaliação e monitoramento audiológico, incluindo as medidas das EOAT considerando que estas respostas têm se mostrado capazes de refletir achados subclínicos, como o comprometimento coclear em estágio inicial, que ainda pode não ser detectado por meio da audiometria tonal limiar.

## CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que a frequente exposição musical a qual os indivíduos que tocam em orquestra vivenciam é capaz de prejudicar a função das células ciliadas da cóclea. Sendo assim, o monitoramento audiológico é importante a fim de detectar alterações subclínicas.

## REFERÊNCIAS

1. Juman S, Karmody CS, Simeon D. Hearing loss in steelband musicians. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;131(4):461-5.
2. Di Stadio A, Dipietro L, Ricci G, Della-Volpe A, Minni A, Greco A et al. Hearing loss, tinnitus, hyperacusis, and diplacusis in professional musicians: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(10):pii: E2120.
3. Jacukowicz A, Wężyk A. Musculoskeletal, hearing and skin problems related to playing the instrument. *Med Pr.* 2018;69(4):383-94.
4. Kaharit K, Zachau G, Eklof M, Sandsjo L, Moller C. Assessment of hearing and hearing disorders in rock/jazz musicians. *Int J Audiol.* 2003;42(5):279-88.
5. Schmuziger N, Patscheke J, Probst R. Hearing in nonprofessional pop/rock musicians. *Ear Hear.* 2006;27(4):321-30.
6. Mendes MH, Morata TC. Exposição profissional à música: uma revisão. *Rev. soc. bras. fonoaudiol.* 2007;12(1):63-9.



7. Namuur FABM, Fukuda Y, Onishi ET, Toledo RN. Avaliação auditiva em músicos da Orquestra Sinfônica Municipal de São Paulo. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 1999;65(5):390-5.
8. Pouryaghoub G, Mehrdad R, Pourhosein S. Noise-Induced hearing loss among professional musicians. *J Occup Health.* 2017;59(1):33-7.
9. Laitinen H. Factors affecting the use of hearing protectors among classical music players. *Noise Health.* 2005;7(26):21-9.
10. Pawlaczyk-Łuszczczyńska M, Dudarewicz A, Zamojska M, Śliwińska-Kowalska M. Hearing ability in orchestral musicians. *Arch Acoust.* 2010;35(4):579-94.
11. Dudarewicz A, Pawlaczyk-Łuszczczyńska M, Zamojska-Daniszewska M, Zaborowski K. Exposure to excessive sounds during orchestra rehearsals and temporary hearing changes in hearing among musicians. *Med Pr.* 2015;66(4):479-86.
12. Pawlaczyk-Łuszczczyńska M, Zamojska-Daniszewska M, Dudarewicz A, Zaborowski K. Exposure to excessive sounds and hearing status in academic classical music students. *Int J Occup Med Environ Health.* 2017;30(1):55-75.
13. Kemp DT, Ryan S, Bray P. A guide to the effective use of otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1990;11(2):93-105.
14. Henning RL, Bobholz K. Distortion product otoacoustic emissions in college music majors and nonmusic majors. *Noise Health.* 2016;18(80):10-20.
15. Matas CG, Neves IF. Potenciais evocados auditivos de curta latência. In: Fernandes FDM, Mendes BCA, Navas ALPGP (orgs). *Tratado de Fonoaudiologia.* 2ª ed. São Paulo: Roca; 2009. p. 85-98.
16. Matas CG. Audiometria de tronco cerebral. In: Carvalho RMM (org). *Fonoaudiologia: informação para a formação - procedimento em Audiologia.* São Paulo: Guanabara Koogan; 2003. p. 43-56.
17. Kraus N, Nicol T. The musician's auditory world. *Acoustics Today.* 2010;6(3):15-27.
18. Kujawa SG, Liberman MC. Synaptopathy in the noise-exposed and aging cochlea: Primary neural degeneration in acquired sensorineural hearing loss. *Hear Res.* 2015;330(Pt B):191-9.
19. Eggermont JJ. Effects of long-term non-traumatic noise exposure on the adult central auditory system. *Hearing problems without hearing loss.* *Hear Res.* 2017;352:12-22.
20. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970;92(4):311-24.
21. Lloyd LL, Kaplan H. *Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry.* University Park Press: Baltimore; 1978.
22. Skoe E, Krizman J, Anderson S, Kraus N. Stability and plasticity of auditory brainstem function across the lifespan. *Cereb Cortex.* 2015;25(6):1415-26.
23. Norma Regulamentadora NR-15 - Atividades e Operações Insalubres - ANEXO I: Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. *Diário Oficial da União,* 6 jul. 1978a.
24. Lüders D, Gonçalves CGO, Lacerda ABM, Schettini SRL, Silva LSG, Albizu EJ et al. Hearing and quality of life in musicians of a symphony orchestra. *Audiol. Commun. Res.* 2016;21:e1688.
25. Kujala T, Shtyrov Y, Winkler I, Saher M, Tervaniemi M, Sallinen M et al. Long-term exposure to noise impairs cortical sound processing and attention control. *Psychophysiology.* 2004;41(6):875-81.
26. Massa CG, Rabelo CM, Moreira RR, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 in workers exposed to occupational noise. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78(6):107-12.
27. Kumar UA, Ameenudin S, Sangamanatha AV. Temporal and speech processing skills in normal hearing individuals exposed to occupational noise. *Noise Health.* 2012;14(58):100-5.
28. Kahari KR, Axelsson A, Hellstrom P, Zachau G. Hearing assessment of classical orchestral musicians. *Scand Audiol.* 2001a;30(1):13-23.
29. Kahari KR, Axelsson A, Hellstrom PA, Zachau G. Hearing development in classical orchestral musicians. A follow-up study. *Scand Audiol.* 2001b;30(3):141-9.
30. Samelli AG, Matas CG, Carvalho RM, Gomes RF, Beija CS, Magliaro FC et al. Audiological and electrophysiological assessment of professional pop/rock musicians. *Noise Health.* 2012;14(56):6-12.