



Brazilian Journal of
OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org.br



ARTIGO ORIGINAL

High levels of sound pressure: acoustic reflex thresholds and auditory complaints of workers with noise exposure^{☆,☆☆}

Alexandre Scalli Mathias Duarte*, Ronny Tah Yen Ng, Guilherme Machado de Carvalho, Alexandre Caixeta Guimarães, Laiza Araujo Mohana Pinheiro, Everardo Andrade da Costa, Reinaldo Jordão Gusmão

Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM-UNICAMP), Campinas, SP, Brasil

Recebido em 27 de janeiro de 2014; aceito em 22 de julho de 2014

KEYWORDS

Noise, occupational;
Hearing loss, noise-induced;
Reflex, acoustic

Abstract

Introduction: The clinical evaluation of subjects with occupational noise exposure has been difficult due to the discrepancy between auditory complaints and auditory test results. This study aimed to evaluate the contralateral acoustic reflex thresholds of workers exposed to high levels of noise, and to compare these results to the subjects' auditory complaints.

Methods: This clinical retrospective study evaluated 364 workers between 1998 and 2005; their contralateral acoustic reflexes were compared to auditory complaints, age, and noise exposure time by chi-squared, Fisher's, and Spearman's tests.

Results: The workers' age ranged from 18 to 50 years (mean = 39.6), and noise exposure time from one to 38 years (mean = 17.3). We found that 15.1% (55) of the workers had bilateral hearing loss, 38.5% (140) had bilateral tinnitus, 52.8% (192) had abnormal sensitivity to loud sounds, and 47.2% (172) had speech recognition impairment. The variables hearing loss, speech recognition impairment, tinnitus, age group, and noise exposure time did not show relationship with acoustic reflex thresholds; however, all complaints demonstrated a statistically significant relationship with Metz recruitment at 3,000 and 4,000 Hz bilaterally.

Conclusion: There was no significance relationship between auditory complaints and acoustic reflexes.

© 2015 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.2014.07.017>

* Como citar este artigo: Duarte ASM, Ng RTY, de Carvalho GM, Guimarães AC, Pinheiro LAM, da Costa EA, et al. High levels of sound pressure: acoustic reflex thresholds and auditory complaints of workers with noise exposure. Braz J Otorhinolaryngol. 2015;81:374-83.

** Instituição: Disciplina de Otorrinolaringologia, Cabeça e Pescoço da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM-UNICAMP), Campinas, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: alexandresmduarte@gmail.com (A.S.M. Duarte).

PALAVRAS-CHAVE

Efeitos do ruído;
Ruído ocupacional;
Perda auditiva
provocada por ruído;
Reflexo acústico;
Estapédio;
Audiologia

Níveis elevados de pressão sonora: limiares dos reflexos estapedianos e queixas auditivas de trabalhadores expostos**Resumo**

Introdução: A avaliação clínico-ocupacional de trabalhadores expostos a ruído é dificultada pela discrepância entre queixas auditivas e resultados dos exames audiológicos. Este estudo pretende avaliar limiares dos reflexos estapedianos contralaterais em sujeitos expostos a níveis elevados de pressão sonora, relacionando-os com queixas auditivas.

Método: Estudo clínico retrospectivo que analisou 364 trabalhadores e seus limiares de reflexos estapedianos contralaterais, relacionando-os com queixas auditivas, idades e tempos de exposição ao ruído.

Resultados: Dos trabalhadores avaliados, com idades de 18 a 50 anos (média 39,6) e tempos de exposição entre um e 38 anos (média 17,3); 15,1% (55) tinham queixa de perda auditiva bilateral, 38,5% (140) zumbidos bilaterais, 52,8% (192) irritação ao ouvir sons intensos e 47,2% (172) dificuldades para reconhecer a fala. As variáveis: perda auditiva, dificuldade para reconhecimento da fala, zumbidos, faixa etária e tempo de exposição ao ruído não se relacionaram significativamente com limiares dos reflexos estapedianos, mas todas as queixas apresentaram relação estatisticamente significativa com o recrutamento de Metz nas frequências de 3000 e 4000 Hz, bilateralmente.

Conclusão: Não houve relações significativas entre limiares dos reflexos estapedianos e queixas auditivas.

© 2015 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

A PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído) caracteriza-se pela diminuição gradual da acuidade auditiva, decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora.

As principais características da PAIR são a perda auditiva sensorineural, bilateral na maioria das vezes e a irreversibilidade da mesma. A sua história natural mostra, inicialmente, o acometimento dos limiares auditivos em uma ou mais frequências da faixa de 3.000 a 6.000 Hz, formando o característico entalhe. As frequências mais altas e mais baixas poderão levar mais tempo para serem afetadas. Há variabilidade na sua evolução, devido à suscetibilidade individual, sendo mais acentuada nos 10 a 15 anos iniciais de exposição, com diminuição após esse período, tendendo a uma estabilização.¹

Estudos histológicos em humanos mostraram que as células sensoriais da cóclea mais lesadas na PAIR correspondem à faixa de frequência de 3.000 a 6.000 Hz, na espira basal da cóclea, a cerca de 8 a 14 mm da janela oval. As alterações provocadas pela exposição ao ruído vão desde pequenas alterações nas células ciliadas até a ausência completa do órgão espiral.^{1,2}

Por se tratar de uma afecção predominantemente coclear, o portador de PAIR pode apresentar redução da audição, irritabilidade a sons intensos, zumbidos, além de comprometimento na inteligibilidade de fala, principalmente em situações com ruídos competidores. Vale atentar que doenças retrocoleares mais comumente afetam a inteligibilidade da fala.³

Mas a exposição a ruído pode acarretar, também, ao trabalhador, alterações psicossociais importantes, que interferem na qualidade de vida, como estresse, ansiedade e comprometimento nas relações sociais e no desempenho das atividades de vida diária.²

O diagnóstico da PAIR só pode ser estabelecido por meio de um conjunto de procedimentos que envolvem a anamnese clínica, história ocupacional, exame físico, avaliação audiológica e, quando necessário, exames complementares.⁴

A avaliação audiológica é realizada basicamente por meio de audiometria tonal liminar, logoaudiometria e imitanciométrie. Este último é um exame de grande importância clínica, que avalia o sistema tímpano-ossicular e o reflexo acústico, de forma rápida e objetiva.

Com a imitanciométrie, é possível avaliar a mobilidade da membrana timpânica e as condições da orelha média, função tubária e a pesquisa do reflexo estapediano.

O reflexo estapediano indica que houve a contração do músculo do estapédio, quando o sistema é estimulado com som súbito e intenso. A análise deste reflexo permite verificar a ocorrência do recrutamento de Metz, nas cocleopatias e da adaptação patológica, nas afecções retrocoleares.^{5,6}

A medida do reflexo acústico é realizada habitualmente nas frequências de 500, 1.000; 2.000 e 4.000 Hz e a intensidade necessária para desencadeá-lo em indivíduos com audição normal, segundo vários autores, estaria na faixa entre 70 a 100 dB NA.⁷

Na rotina audiológica, o reflexo na frequência de 3.000 Hz não costuma ser avaliado e para isso não se tem uma explicação, dada à importância desta frequência na percepção da fala e nos exames audiométricos de pessoas expostas a ruído intenso. Uma aplicação importante da medição do reflexo acústico é a avaliação do fenômeno coclear de crescimento anormal da sensação de intensidade (recrutamento).⁵⁻⁸

O limiar do reflexo estapediano contralateral em níveis de sensação inferiores a 60 dB NS ocorre em orelhas com lesões cocleares e é sugestivo de recrutamento. A pesquisa do recrutamento objetivo de Metz se faz pela medida do nível

de sensação (NS), ou seja, pela comparação entre o nível do limiar do reflexo acústico e o nível do limiar audiométrico, em cada frequência.⁵⁻⁸

A interpretação do reflexo do estapédio tem grande importância no diagnóstico clínico. Entretanto, a literatura não tem esclarecido o que seus valores representam em relação às queixas auditivas, tais como a perda auditiva, a irritabilidade a sons intensos, zumbidos e dificuldade de percepção de fala.

O presente estudo pretende avaliar os limiares dos reflexos estapedianos contralateral nas frequências de 500; 1.000; 2.000; 3.000 e 4.000 Hz, em sujeitos expostos a níveis elevados de pressão sonora, relacionando esses resultados com as queixas auditivas citadas por eles. As comparações serão feitas tanto com os valores absolutos dos limiares do reflexo, quanto com a ocorrência do recrutamento de *Metz*, aferido pelos respectivos níveis de sensação (diferença entre o limiar do reflexo e o limiar audiométrico), para cada frequência.

Método

Foram examinados prontuários médicos de trabalhadores expostos a níveis elevados de pressão sonora e foram levantados seus dados sócio-demográficos, queixas auditivas, exames audiométricos e imitanciométricos. Foram, então, analisadas as relações entre as queixas auditivas, idades, tempos de exposição ao ruído e os resultados dos exames imitanciométricos convencionais.

Como a perda auditiva induzida pelo ruído tende a estabelecer os limiares auditivos depois dos 15 anos de exposição, para esta análise, os sujeitos foram categorizados em dois grupos: com menos de 16 anos de exposição a ruído e com 16 ou mais anos de exposição a ruído.¹

Nas análises comparativas, os limiares dos reflexos estapedianos foram categorizados em três faixas: iguais ou menores que 100 dB, de 105 a 120 dB e ausência de reflexos. As diferenças entre os limiares dos reflexos e os tonais foram categorizadas duas faixas: ≤ 60 dB (sugerem recrutamento de *Metz*) e > 60 dB (sem recrutamento).

Foi ainda realizada uma busca em dados de base de pesquisa do *PubMed/MedLine* e *Scopus* com os *Mesh Terms*: “Perda Auditiva Provocada por Ruído; Ruído Ocupacional; Testes Auditivos; Testes de Impedância Acústica; Detecção de Recrutamento Audiológico; *Hearing Loss*; *Noise-Induced*; *Noise Occupational*; *Hearing Tests*; *Acoustic Impedance Tests*; *Recruitment Detection*, *Audiologic*”, nas línguas inglesa e portuguesa, sem limite de tempo.

Sujeitos - critérios de inclusão e exclusão

Foram analisados prontuários clínicos de 364 trabalhadores atendidos no Ambulatório de Otorrinolaringologia Ocupacional de hospital universitário, entre 1998 e 2005, de 18 a 50 anos de idade, de ambos os sexos, de diversas categorias profissionais e variados tempos de exposição a ruído ocupacional, com exames audiométricos normais ou sugestivos de perda auditiva induzida pelo ruído, timpanogramas normais (tipo A) e presença de reflexos estapedianos contralaterais.

Foram excluídos da pesquisa os prontuários de trabalhadores com exposição ocupacional atual ou pregressa a produtos químicos, com antecedentes de distúrbios de orelha média,

com uso atual ou progresso de medicamentos ototóxicos, com antecedentes de trauma acústico, de face, de pescoço, de coluna cervical e traumatismo crânio-encefálico e portadores de diabetes, hipertensão arterial, insuficiência renal e tireopatias.

Procedimentos

Foram consideradas, para esta análise, as seguintes queixas: a perda auditiva bilateral; a dificuldade de percepção de fala, em situações de escuta desfavorável; a irritação com sons intensos e a presença de acúfenos bilaterais.

Os resultados dos reflexos estapedianos contralaterais do exame imitanciométrico foram relacionados com as queixas auditivas e com as idades e tempos de exposição dos trabalhadores, tanto por seus valores absolutos (níveis de audição) quanto pelas diferenças entre seus limiares e os limiares audiométricos tonais (níveis de sensação). Foi considerada a ocorrência do recrutamento de *Metz*, quando o nível de sensação estivesse menor que 60 dB.⁵⁻⁸

Nas análises comparativas, os limiares dos reflexos estapedianos foram categorizados em três faixas: iguais ou menores que 100 dB, de 105 a 120 dB e ausência de reflexos. As diferenças entre os limiares dos reflexos e os tonais foram categorizadas duas faixas: menores que 60 dB (sugerem recrutamento de *Metz*) e maiores que 60 dB (sem recrutamento).

Optamos por descrever a tabela completa de análise apenas das situações em que houve relação estatisticamente significante nos dados analisados.

Análise estatística

O perfil da amostra foi descrito através de tabelas de frequência das variáveis categóricas (categoria profissional e queixas auditivas) e estatísticas descritivas das variáveis contínuas (idade, tempo de exposição a ruído e limiares dos reflexos estapedianos).

Para analisar a relação entre as variáveis categóricas, foram utilizados os testes Qui-Quadrado ou o exato de *Fisher* (para valores esperados menores que cinco). Para analisar a relação entre as variáveis contínuas foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman*.

O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5% ($p < 0,05$).

Para análise estatística foi utilizado o programa computacional “*The SAS System for Windows 8.02*, *SAS Institute Inc. 1999-2001*, *Cary, NC, USA*”.

Aspectos éticos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Pesquisa da instituição, sob o nº 794/2005.

Resultados

Foram analisados os prontuários médicos de 364 trabalhadores de ambos os sexos. 316 pertenciam à categoria dos metalúrgicos (86,8%) e os demais (13,2%) a diversas outras (alimentícia, refinaria de petróleo, eletrônica, química, lavanderia, cosméticos e telefonia).

As idades dos trabalhadores variaram de 18 a 50 anos (mediana 40 anos, média 39,6 e desvio-padrão 7,25). Para esta análise os sujeitos foram categorizados em dois grupos: com menos de 40 anos e com 40 anos ou mais (tabela 1).

Todos os trabalhadores estiveram expostos ao ruído ocupacional, no mínimo um ano e no máximo 38 anos (mediana 18 anos, média 17,3 e desvio-padrão 8,1) (tabela 1).

Verificou-se que apenas 15,1% dos trabalhadores (55) tinham queixa de perda auditiva bilateral. Para a presente análise, não foram consideradas as queixas de perda auditiva unilateral. Verificou-se, também, que 38,5% dos trabalhadores (140) apresentaram queixa de zumbidos bilaterais. Para a presente análise, não foram consideradas as queixas de zumbido unilateral. Mais da metade dos trabalhadores tinha irritação ao ouvir sons intensos (52,8%) e quase a metade deles acusava dificuldades para reconhecer a fala em situações do dia-a-dia (47,2% [AG1]) (tabela 2).

Os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais variaram de 75 a 120 dB na aferência direita e de 65 a 120 dB, na aferência esquerda. As médias dos limiares dos reflexos estapedianos contralaterais variaram de 91,3 dB em 500 Hz a 97,0 dB, em 4.000 Hz, na aferência direita e de 91,2 dB em 500 Hz a 97,5 dB, em 4.000 Hz, na aferência esquerda. Verificou-se uma tendência de aumento de valores absolutos e da variabilidade, com o aumento do valor das frequências (tabela 3).

As diferenças entre os limiares dos reflexos e os limiares tonais variaram de 30 a 120 dB, à direita e de 30 a 115 dB, à esquerda. As médias das diferenças entre os limiares dos reflexos e os limiares tonais diminuíram de 81,2 dB em 500 Hz

a 69,5 dB em 4.000 Hz, na aferência direita e de 81,4 dB em 500 Hz a 67,4 dB em 4.000 Hz, na aferência esquerda. Verificou-se uma tendência de diminuição das diferenças e de aumento da variabilidade, com o aumento do valor das frequências (tabela 3).

Só houve relação significativa entre a queixa de perda auditiva e limiares dos reflexos para as frequências de 4.000 Hz na orelha direita e 2.000 Hz na orelha esquerda (tabela 4).

A relação entre a queixa de perda auditiva e a presença do recrutamento de Metz foi significativa em todas as frequências, exceto em 500 Hz, na aferência esquerda (tabela 5).

Houve relação entre a dificuldade para reconhecimento da fala em locais de escuta desfavorável e a presença do recrutamento de Metz (tabela 6).

Tabela 1 Distribuição dos trabalhadores por faixa etária e tempo de exposição (n = 364)

	Anos	Frequência	Porcentagem
Idade	< 40	163	44,8%
	≥ 40	201	55,2%
Tempo de exposição	< 16	136	37,4%
	≥ 16	228	62,6%

Tabela 2 Distribuição dos trabalhadores pelas queixas auditivas (n = 364)

Queixas auditivas		
<i>Perda auditiva</i>		
Bilateral	55	15,1%
Direita	44	12,1%
Esquerda	40	10,9%
Ausente	225	61,9%
<i>Zumbidos</i>		
Bilateral	140	38,5%
Direita	11	3%
Esquerda	18	4,9%
Ausente	195	53,6%
<i>Irritação com sons intensos</i>		
Presente	192	52,8%
Ausente	172	47,2%
<i>Dificuldades para entender a fala</i>		
Presente	172	47,2%
Ausente	192	52,8%

Tabela 3 Distribuição das médias dos limiares dos reflexos estapedianos contralaterais

	Frequências	Aferência direita			Aferência esquerda		
		n	Médias (dB)	DP	n	Médias (dB)	DP
Limiares dos reflexos	500	364	91,3	7,6	364	91,2	7,3
	1000	364	91,7	6,5	364	91,9	7,0
	2000	363	92,0	7,0	364	92,2	7,4
	3000	355	94,0	8,9	352	93,9	8,6
	4000	312	97,0	9,9	319	97,5	10,1
Diferenças dos reflexos	500	364	81,2	8,9	364	81,4	9,1
	1000	364	82,5	8,9	364	83,0	9,5
	2000	363	80,4	11,7	364	80,0	11,3
	3000	355	74,5	14,7	352	72,2	14,3
	4000	312	69,5	15,9	319	67,4	15,3

Tabela 4 Comparação entre a queixa de perda auditiva bilateral e os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais (n = 364)

Limiares dos Reflexos	< 100 dB		> 100 dB		Ausência de reflexo		p-valor
	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	
<i>Direita</i>							
500 Hz	285 (92,2%)	53 (96,4%)	24 (7,8%)	2 (3,6%)	-	-	0,397 ^a
1.000 Hz	294 (95,1%)	53 (96,4%)	15 (4,9%)	2 (3,6%)	-	-	1,000 ^a
2.000 Hz	286 (92,6%)	51 (92,7%)	22 (7,1%)	4 (7,3%)	1 (0,3%)	-	1,000 ^a
3.000 Hz	254 (82,2%)	41 (74,6%)	48 (15,5%)	12 (21,8%)	7 (2,3%)	2 (3,6%)	0,404 ^b
4.000 Hz	209 (67,6%)	30 (54,5%)	62 (20,1%)	11 (20,0%)	38 (12,3%)	14 (25,5%)	0,032^b
<i>Esquerda</i>							
500 Hz	289 (93,5%)	53 (96,3%)	20 (6,5%)	2 (3,7%)	-	-	0,551 ^a
1.000 Hz	292 (94,5%)	52 (94,5%)	17 (5,5%)	3 (5,5%)	-	-	1,000 ^a
2.000 Hz	290 (93,8%)	47 (85,4%)	19 (6,2%)	8 (14,6%)	-	-	0,045^a
3.000 Hz	255 (82,5%)	42 (76,3%)	46 (14,9%)	9 (16,4%)	8 (2,6%)	4 (7,3%)	0,184 ^b
4.000 Hz	199 (64,4%)	27 (49,1%)	75 (24,3%)	18 (32,7%)	35 (11,3%)	10 (18,2%)	0,089 ^b

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

Tabela 5 Comparação entre a queixa de perda auditiva e a presença do recrutamento de Metz

Diferenças dos limiares	n	< 60 dB		> 60 dB		p-valor
		Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	
<i>Direita</i>						
500 Hz	364	5 (1,6%)	6 (10,9%)	304 (98,4%)	49 (89,1%)	0,002^a
1.000 Hz	364	0 (0,0%)	3 (5,5%)	309 (100,0%)	52 (94,5%)	0,003^a
2.000 Hz	363	13 (4,2%)	11 (20,0%)	295 (95,8%)	44 (80,0%)	0,001^a
3.000 Hz	355	50 (16,6%)	25 (47,2%)	252 (83,4%)	28 (52,8%)	< 0,001^b
4.000 Hz	313	89 (32,7%)	23 (56,1%)	183 (67,3%)	18 (43,9%)	0,004^b
<i>Esquerda</i>						
500 Hz	364	7 (2,3%)	4 (7,3%)	302 (97,7%)	51 (92,7%)	0,068 ^a
1.000 Hz	364	1 (0,3%)	5 (9,1%)	308 (99,7%)	50 (90,9%)	< 0,001^a
2.000 Hz	364	14 (4,5%)	13 (23,6%)	295 (95,5%)	42 (76,4%)	< 0,001^a
3.000 Hz	352	60 (19,9%)	25 (49,0%)	241 (80,1%)	26 (51,0%)	< 0,001^b
4.000 Hz	319	103 (37,6%)	26 (57,8%)	171 (62,4%)	19 (42,2%)	0,011^b

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

A comparação entre irritação com sons intensos e os valores absolutos dos limiares dos reflexos estapedianos contralaterais não demonstrou significância, em todas as apresentações, exceto em 1.000 Hz da aferência direita ($p = 0,048$) (tabela 7).

A comparação entre irritação com sons intensos e a ocorrência de recrutamento de Metz mostrou significância com os reflexos em 3.000 e 4.000 Hz, bilateralmente (tabela 8).

A comparação entre a queixa de zumbidos bilaterais e os valores absolutos dos limiares dos reflexos estapedianos contralaterais não demonstrou relação significativa em todas as frequências, de ambos os lados.

A comparação entre a queixa de zumbidos e a presença de recrutamento de Metz demonstrou relação significativa nas frequências de 3.000 e 4.000 Hz bilateralmente (tabela 9).

Tabela 6 Comparação entre dificuldade de reconhecer a fala e a presença do recrutamento de Metz

Diferenças dos reflexos		< 60 dB		> 60 dB		p-valor
Reconhec. de fala	n	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	
<i>Direita</i>						
500 Hz	364	2 (1,0%)	9 (5,2%)	190 (99,0%)	163 (94,8%)	0,020^b
1.000 Hz	364	0 (0,0%)	3 (1,7%)	192 (100,0%)	169 (98,3%)	0,105 ^a
2.000 Hz	363	2 (1,1%)	22 (12,8%)	189 (98,9%)	150 (87,2%)	< 0,001^b
3.000 Hz	355	23 (12,1%)	52 (31,5%)	167 (87,9%)	113 (68,5%)	< 0,001^b
4.000 Hz	313	44 (25,3%)	68 (48,9%)	130 (74,7%)	71 (51,1%)	< 0,001^b
<i>Esquerda</i>						
500 Hz	364	4 (2,1%)	7 (4,1%)	188 (97,9%)	165 (95,9%)	0,269 ^b
1.000 Hz	364	1 (0,5%)	5 (2,9%)	191 (99,5%)	167 (97,1%)	0,105 ^a
2.000 Hz	364	4 (2,1%)	23 (13,4%)	188 (97,9%)	149 (86,6%)	< 0,001^b
3.000 Hz	352	25 (13,2%)	60 (36,8%)	164 (86,8%)	103 (63,2%)	< 0,001^b
4.000 Hz	319	60 (34,3%)	69 (47,9%)	115 (65,7%)	75 (52,1%)	0,014^b

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

Tabela 7 Comparação entre irritação com sons intensos e os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais (n = 364)

Limiares dos Reflexos	< 100 dB		> 100 dB		Ausência de reflexo		p-valor
	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	
<i>Direita</i>							
500 Hz	156 (90,7%)	182 (94,8%)	16 (9,3%)	10 (5,2%)	-	-	0,130 ^b
1.000 Hz	160 (93,0%)	187 (97,4%)	12 (7,0%)	5 (2,6%)	-	-	0,048^b
2.000 Hz	158 (91,8%)	179 (93,2%)	13 (7,6%)	13 (6,8%)	1 (0,6%)	0 (0,0%)	0,684 ^a
3.000 Hz	137 (79,7%)	158 (82,3%)	31 (18,0%)	29 (15,1%)	4 (2,3%)	5 (2,6%)	0,766 ^a
4.000 Hz	117 (68,0%)	122 (63,5%)	34 (19,8%)	39 (20,3%)	21 (12,2%)	31 (16,2%)	0,529 ^b
<i>Esquerda</i>							
500 Hz	159 (92,4%)	183 (95,3%)	13 (7,6%)	9 (4,7%)	-	-	0,251 ^b
1.000 Hz	161 (93,6%)	183 (95,3%)	11 (6,4%)	9 (4,7%)	-	-	0,475 ^b
2.000 Hz	162 (94,2%)	175 (91,2%)	10 (5,8%)	17 (8,8%)	-	-	0,269 ^b
3.000 Hz	145 (84,3%)	152 (79,1%)	22 (12,8%)	33 (17,2%)	5 (2,9%)	7 (3,7%)	0,448 ^b
4.000 Hz	112 (65,1%)	114 (59,4%)	41 (23,8%)	52 (27,1%)	19 (11,1%)	26 (13,5%)	0,519 ^b

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

Não houve relação significativa entre a faixa etária e os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais e entre a faixa etária e a ausência do reflexo estapediano.

Houve relação significativa entre a faixa etária e a presença do recrutamento de Metz, com os reflexos em 3.000 e 4.000 Hz bilateralmente (tabela 10).

Houve relação significativa entre reflexos estapediano em 4.000 Hz e tempo de exposição ao ruído, bilateralmente (tabela 11).

Houve relação significativa entre o recrutamento de Metz e mais de 15 anos de exposição, assim como entre a ausência de recrutamento e 15 ou menos anos de exposição, em 3.000 e 4.000 Hz, de ambos os lados (tabela 12).

Foi feita a análise das correlações entre faixas etárias e tempos de exposição e os resultados foram significativos em todas as frequências e médias (coeficiente de correlação de Spearman, $p > 0,05$; $n = 188$).

Tabela 8 Comparação entre irritação com sons intensos e a ocorrência de recrutamento de Metz

Diferenças dos reflexos		< 60 dB		> 60 dB		p-valor
Irritação com sons intensos	n	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	
<i>Direita</i>						
500 Hz	364	3 (1,7%)	8 (4,2%)	169 (98,3%)	184 (95,8%)	0,178 ^b
1.000 Hz	364	0 (0,0%)	3 (1,6%)	172 (100,0%)	189 (98,4%)	0,250 ^a
2.000 Hz	363	7 (4,1%)	17 (8,8%)	164 (95,9%)	175 (91,2%)	0,068 ^b
3.000 Hz	355	27 (16,1%)	48 (25,7%)	141 (83,9%)	139 (74,3%)	0,027^b
4.000 Hz	313	39 (25,8%)	73 (45,1%)	112 (74,2%)	89 (54,9%)	< 0,001^b
<i>Esquerda</i>						
500 Hz	364	4 (2,3%)	7 (3,7%)	168 (97,7%)	185 (96,3%)	0,463 ^b
1.000 Hz	364	2 (1,2%)	4 (2,1%)	170 (98,8%)	188 (97,9%)	0,688 ^a
2.000 Hz	364	11 (6,4%)	16 (8,3%)	161 (93,6%)	176 (91,7%)	0,481 ^b
3.000 Hz	352	29 (17,4%)	56 (30,3%)	138 (82,6%)	129 (69,7%)	0,005^b
4.000 Hz	319	51 (33,3%)	78 (47,0%)	102 (66,7%)	88 (53,0%)	0,013^b

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

Tabela 9 Comparação entre zumbidos bilaterais e a ocorrência do recrutamento de Metz (n = 364)

Diferenças dos reflexos		< 60 dB		> 60 dB		p-valor
Zumbidos	N	Sem queixa	Com queixa	Sem queixa	Com queixa	
<i>Direita</i>						
500 Hz	364	4 (1,8%)	7 (5,0%)	220 (98,2%)	133 (95,0%)	0,114 ^a
1.000 Hz	364	0 (0,0%)	3 (2,1%)	224 (100,0%)	137 (97,9%)	0,056 ^a
2.000 Hz	363	5 (2,2%)	19 (13,6%)	218 (97,8%)	121 (86,4%)	< 0,001 ^b
3.000 Hz	355	31 (14,2%)	44 (32,1%)	187 (85,8%)	193 (67,9%)	< 0,001 ^b
4.000 Hz	313	51 (26,8%)	61 (49,6%)	139 (73,2%)	62 (50,4%)	< 0,001 ^b
<i>Esquerda</i>						
500 Hz	364	5 (2,2%)	6 (4,3%)	219 (97,8%)	134 (95,7%)	0,347 ^a
1.000 Hz	364	2 (0,9%)	4 (2,9%)	222 (99,1%)	136 (97,1%)	0,210 ^a
2.000 Hz	364	13 (5,8%)	14 (10,0%)	211 (94,2%)	126 (90,0%)	0,137 ^b
3.000 Hz	352	41 (19,0%)	44 (32,4%)	175 (81,0%)	92 (67,6%)	0,004^b
4.000 Hz	319	64 (32,7%)	65 (52,9%)	132 (67,3%)	58 (47,2%)	< 0,001^b

^a Teste exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

Discussão

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 10% da população mundial é exposta a níveis de pressão sonora que podem potencialmente levar a perda auditiva induzida pelo ruído e a considera um problema de saúde pública e há dados nos Estados Unidos da América de que a PAIR é a doença ocupacional mais comum.⁹

A revisão da literatura específica, tanto nas buscas pelo *PubMed* quanto pelo *Scopus*, não mostra trabalhos semelhan-

tes, comparando queixas auditivas com reflexo estapediano e recrutamento de Metz em trabalhadores com perda auditiva induzida pelo ruído.¹⁰⁻¹² A partir dessa fato atenta-se para a importância dos dados apresentados no trabalho, porém fica difícil o confronto dessas informações com a literatura médica de outros países do mundo.

A análise comparativa entre a queixa de dificuldade para reconhecer a fala e as diferenças entre os limiares dos reflexos estapedianos e dos audiométricos tonais mostrou que a presença do recrutamento de Metz (diferença menor que 65 dB) foi

Tabela 10 Comparação entre faixa etária dos trabalhadores e a ocorrência do recrutamento de *Metz*

Diferenças dos reflexos		< 60 dB		> 60 dB		p-valor
Faixa etária	n	< 40 anos	≥ 40 anos	< 40 anos	≥ 40 anos	
<i>Direita</i>						
500 Hz	364	4 (2,5%)	7 (3,5%)	159 (97,6%)	194 (96,5%)	0,761 ^a
1.000 Hz	364	2 (1,2%)	1 (0,5%)	161 (98,8%)	200 (99,5%)	0,589 ^a
2.000 Hz	363	6 (3,7%)	18 (9,0%)	156 (96,3%)	183 (91,0%)	0,043^a
3.000 Hz	355	24 (15,0%)	51 (26,1%)	136 (85,0%)	144 (73,9%)	0,010^b
4.000 Hz	313	32 (21,9%)	80 (47,9%)	114 (78,1%)	871 (52,1%)	< 0,001^b
<i>Esquerda</i>						
500 Hz	364	5 (3,1%)	6 (3,0%)	158 (96,9%)	195 (97,0%)	1,000 ^a
1.000 Hz	364	3 (1,8%)	3 (1,5%)	160 (98,2%)	198 (98,5%)	1,000 ^a
2.000 Hz	364	9 (5,5%)	18 (9,0%)	154 (94,5%)	183 (91,0%)	0,214 ^b
3.000 Hz	352	23 (14,6%)	62 (32,0%)	135 (85,4%)	132 (68,0%)	< 0,001^b
4.000 Hz	319	44 (29,7%)	85 (49,7%)	104 (70,3%)	86 (50,3%)	< 0,001^b

^a Teste Exato de Fisher.^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.**Tabela 11** Comparação entre tempo de exposição a ruído e os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais (n = 364)

Limiares dos Reflexos	< 100 dB		> 100 dB		Ausência de reflexo		p-valor
	< 15 anos	> 15 anos	< 15 anos	> 15 anos	< 15 anos	> 15 anos	
<i>Direita</i>							
500 Hz	123 (90,4%)	215 (94,3%)	13 (9,6%)	13 (5,7%)	-	-	0,167 ^b
1.000 Hz	126 (92,7%)	221 (96,9%)	10 (7,3%)	7 (3,1%)	-	-	0,061 ^b
2.000 Hz	127 (93,4%)	210 (92,1%)	8 (5,9%)	18 (7,9%)	1 (0,7%)	0 (0,0%)	0,330 ^a
3.000 Hz	117 (86,0%)	178 (78,1%)	16 (11,8%)	44 (19,3%)	3 (2,2%)	6 (2,6%)	0,160 ^b
4.000 Hz	99 (72,8%)	140 (61,4%)	27 (19,9%)	46 (20,2%)	10 (7,3%)	42 (18,4%)	0,011^b
<i>Esquerda</i>							
500 Hz	125 (91,9%)	217 (95,2%)	11 (8,1%)	11 (4,8%)	-	-	0,206 ^b
1.000 Hz	126 (92,7%)	218 (95,6%)	10 (7,3%)	10 (4,4%)	-	-	0,230 ^b
2.000 Hz	129 (94,9%)	208 (91,2%)	7 (5,1%)	20 (8,8%)	-	-	0,202 ^b
3.000 Hz	118 (86,8%)	179 (78,5%)	17 (12,5%)	38 (16,7%)	1 (0,7%)	11 (4,8%)	0,049^b
4.000 Hz	93 (68,4%)	133 (58,3%)	35 (25,7%)	58 (25,5%)	8 (5,9%)	37 (16,2%)	0,013^b

^a Teste exato de Fisher.^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em **negrito**.

significante entre os queixosos em 2.000 Hz, 3.000 Hz e 4.000 Hz, bilateralmente e em 500 Hz da aferência direita (tabela 6). Segundo Costa et al., a dificuldade de reconhecimento de fala nos pacientes com perda auditiva induzida pelo ruído é mais consistente e pronunciada quando a audiometria de fala para monossílabos é testada com mascaramento por fala competitiva.¹⁰

A relação entre a queixa de perda auditiva e os limiares dos reflexos estapedianos só foi significativa para a ausência de queixa e os reflexos iguais ou menores que 100 dB em 4.000 Hz, à direita e em 2.000 Hz, à esquerda.

Só houve relação significativa entre a ausência de queixa de perda auditiva e limiares dos reflexos iguais ou menores que 100 dB em 4.000 Hz, à direita ($p = 0,032$) e em 2.000 Hz, à esquerda ($p = 0,045$).

Só houve relação significativa entre a presença de queixa de perda auditiva e limiares dos reflexos acima de 100 dB em 2.000 Hz, à esquerda e entre presença da queixa e ausência do reflexo estapediano em 4.000 Hz, à direita ($p = 0,032$).

Em ambas as situações, houve uma tendência levemente significante ($p = 0,045$ e $0,032$; respectivamente). Em todas

Tabela 12 Comparação entre o tempo de exposição dos trabalhadores a ruído e a ocorrência do recrutamento de *Metz*

Diferenças dos reflexos	n	< 60 dB		> 60 dB		p-valor
		< 15 anos	> 15 anos	< 15 anos	> 15 anos	
<i>Direita</i>						
500 Hz	364	4 (2,9%)	7 (3,1%)	132 (97,1%)	221 (96,9%)	1,000 ^a
1.000 Hz	364	2 (1,5%)	1 (0,4%)	134 (98,5%)	227 (99,6%)	0,559 ^a
2.000 Hz	363	7 (5,2%)	17 (7,5%)	128 (94,8%)	211 (92,5%)	0,400 ^b
3.000 Hz	355	20 (15,0%)	55 (24,8%)	113 (85,0%)	167 (75,2%)	0,030^b
4.000 Hz	313	26 (20,6%)	86 (46,0%)	100 (79,4%)	101 (54,0%)	< 0,001^b
<i>Esquerda</i>						
500 Hz	364	5 (3,7%)	6 (2,6%)	131 (96,3%)	222 (97,4%)	0,753 ^a
1.000 Hz	364	2 (1,5%)	4 (1,7%)	134 (98,5%)	224 (98,3%)	1,000 ^a
2.000 Hz	364	9 (6,6%)	18 (7,9%)	127 (93,4%)	210 (92,1%)	0,653 ^b
3.000 Hz	352	22 (16,3%)	63 (29,0%)	113 (83,7%)	154 (71,0%)	0,009^b
4.000 Hz	319	42 (32,8%)	87 (45,6%)	86 (67,2%)	104 (54,4%)	0,023^b

^a Teste Exato de Fisher.

^b Teste Qui-Quadrado. Os valores significativos estão destacados em negrito.

as demais situações, não houve relação significativa entre a queixa de perda auditiva e os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais (tabela 4).

A relação entre a queixa de perda auditiva e a presença do recrutamento de *Metz* foi significativa em todas as apresentações, exceto em 500 Hz, na aferência esquerda, mesmo assim, com uma tendência levemente significativa ($p = 0,068$) (tabela 5). O recrutamento de *Metz* teve relação ainda com idade acima de 40 anos e tempo de exposição acima de 16 anos.

Pela análise dos resultados pode-se destacar que houve relação significativa entre as queixas de perda auditiva, dificuldades para reconhecer a fala, irritação com sons intensos, zumbidos, faixa etária, tempo de exposição e a ocorrência de recrutamento de *Metz*, em 3.000 e 4.000 Hz, bilateralmente. Apesar da relação estatística não se pode concluir sobre alguma relação de causa efeito dessas variáveis.

A comparação entre irritação com sons intensos e os valores absolutos dos limiares dos reflexos estapedianos contralaterais não demonstrou significância, em todas as apresentações, exceto em 1.000 Hz da aferência direita ($p = 0,048$) (tabela 7).

A comparação entre irritação com sons intensos e a ocorrência de recrutamento de *Metz* mostrou significância com os reflexos em 3.000 e 4.000 Hz, bilateralmente (tabela 8).

A comparação entre a queixa de zumbidos bilaterais e os valores absolutos dos limiares dos reflexos estapedianos contralaterais não demonstrou relação significativa em todas as frequências, de ambos os lados. Não houve, também, relação significativa entre a queixa de zumbidos e a ausência de reflexos estapedianos.

A comparação entre a queixa de zumbidos e a presença de recrutamento de *Metz* demonstrou relação significativa nas frequências de 3.000 e 4.000 Hz, bilateralmente e em 2.000 Hz, na aferência direita (tabela 9).

Não houve relação significativa entre o fato dos sujeitos estarem abaixo ou acima dos 40 anos de idade e os limiares dos reflexos estapedianos contralaterais, em todas as frequências e de ambos os lados. Não houve, também, relação significativa entre a faixa etária dos sujeitos e a ausência do reflexo estapediano.

Houve relação significativa entre a faixa etária e a presença do recrutamento de *Metz*, com os reflexos em 2.000, 3.000 e 4.000 Hz da aferência direita e em 3.000 e 4.000 Hz da aferência esquerda (tabela 10).

Houve relação significativa entre reflexos iguais ou abaixo de 100 dB e sujeitos com 15 anos ou menos de exposição, em 4.000 Hz, bilateralmente. Houve, também, relação significativa entre ausência de reflexo estapediano e mais de 15 anos de exposição, em 4.000 Hz, bilateralmente (tabela 11).

Houve relação significativa entre o recrutamento de *Metz* e mais de 15 anos de exposição, assim como entre a ausência de recrutamento e 15 ou menos anos de exposição, em 3.000 e 4.000 Hz, de ambos os lados (tabela 12).

A evolução tem programado os seres humanos para estar ciente de sons como possíveis fontes de perigo.¹³ O ruído pode ser considerado como um som indesejável que se em níveis elevados e após uma exposição prolongada pode levar a problemas de saúde auditivos e não auditivos.

A perda auditiva induzida pelo ruído continua a ser altamente prevalente no ambiente de trabalho, mas é cada vez mais causada por exposição aos ruídos sociais presentes na nossa vida cotidiana, por exemplo, uso de aparelhos sonoros digitais.^{9,14}

A exposição aos ruídos ocupacionais ou não está cada vez mais relacionada a problemas de saúde auditivos (perda auditiva, zumbido, dificuldade de entendimento de fala e hiperacusia) e não auditivos (irritação, distúrbios do sono doenças cardiovasculares, e diminuição da capacidade cognitiva em crianças).¹⁵⁻¹⁹

Nos últimos cinco anos, vários estudos e avanços melhoraram a compreensão das causas e fatores da susceptibilidade à perda auditiva induzida por ruído. Um conceito amplamente aceito é que a PAIR resulta da interação de fatores genéticos e ambientais.^{20,21}

O entendimento dos mecanismos fisiopatológicos envolvendo células ciliadas e danos no nervo auditivo tem aumentado substancialmente e várias orientações terapêuticas têm sido recentemente exploradas. Medicamentos orais para proteger contra a perda auditiva induzida por ruído deverão tornar-se disponível nos próximos anos.^{9,22-24}

Conclusões

Não houve relação significativa entre os valores absolutos dos limiares dos reflexos estapedianos e as queixas de perda auditiva, irritação com sons intensos, zumbidos e faixa etária.

Pode-se destacar a relação significativa entre as queixas de perda auditiva, dificuldades para reconhecer a fala, irritação com sons intensos, zumbidos, faixa etária (acima dos 40 anos), tempo de exposição (maior que 15 anos) e a ocorrência de recrutamento de Metz, em 3.000 e 4.000 Hz, bilateralmente. Não se pode concluir sobre a relação de causa e efeito dessas variáveis.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Perda Auditiva Induzida por Ruído relacionado ao Trabalho. Boletim nº 1. Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. Brasil, São Paulo, 1999. Disponível em: http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_perda_auditiva.pdf
- Costa EA, Ibáñez RN, Nudelmann AA, Seligman J. A perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) relacionada ao trabalho. Em: Costa SS, Cruz OLM, Oliveira JAA, editores. Otorrinolaringologia: princípios e prática, 2ª ed. Porto Alegre; Artmed; 2006. p. 410-2.
- Hong O, Kerr MJ, Poling GL, Dhar S. Understanding and preventing noise-induced hearing loss. *Dis Mon.* 2013;59:110-8.
- Diretrizes e Parâmetros Mínimos para Avaliação e Acompanhamento da Audição em Trabalhadores Expostos a Níveis de Pressão Sonora Elevados, da NR-7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - Portaria nº. 19; 09 de abril de 1998; Ministério do Trabalho - (DOU 22/04/98). Brasil, Brasília, 1998. Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEEB7F30751E6/p_19980409_19.pdf
- Thomsen KA. The origin of impedance audiometry. *Acta Otolaryngol.* 1999;119:163-5.
- Thomsen KA. The metz recruitment test and a comparison with the fowler method. *Acta Otolaryngol.* 1955;45:544-52.
- Block MG, Wiley TL. Visão geral e princípios básicos da imitância acústica. Em: Katz J, editor. *Tratado de Audiologia Clínica*, 3ª Ed. São Paulo; Manole, 1989. p. 512-9.
- Guimarães AC, de Carvalho GM, Voltolini MM, Zappellini CE, Mezzalana R, Stoler G, et al. Study of the relationship between the degree of tinnitus annoyance and the presence of hyperacusis. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2014;80:24-8.
- Oishi N, HACHT JSC. Emerging treatments for noise-induced hearing loss. *Expert Opin Emerg Drugs.* 2011;16:235-45.
- Costa EA. Estudo da Correlação entre a audiometria tonal e o reconhecimento de monossílabos mascarados pro fala competitiva nas perdas auditivas induzidas pelo ruído [dissertação, mestrado]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP). São Paulo, 1992.
- Mordini CA, Almeida K. Limiar do reflexo acústico e limiar de desconforto: estudo comparativo. *Rev Cefac.* 2000;2:32-9.
- Northern JL, Gabbard SA. Reflexo acústico. Em: Katz J, editor. *Tratado de Audiologia Clínica*. 3ª ed. São Paulo; Manole; 1989. p. 221-34.
- Hughes RW, Jones DM. Indispensable benefits and unavoidable costs of unattended sound for cognitive functioning. *Noise Health.* 2003;6:63-76.
- Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet.* 2014;383:1325-32.
- Mied HME, Oudshoorn CGM. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ Health Perspect.* 2001;109:409-16.
- Muze TA. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med Rev.* 2007;11:135-42.
- van Kempen E, Babisch W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *J Hypertens.* 2012;30:1075-86.
- Sorensen M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, Jensen SS, Lilelund KG, Belen R, et al. Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study. *PLoS One.* 2012;7:e39283.
- Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull.* 2003;68:243-57.
- Fechter L, Chen G, Rao D. Chemical asphyxiants and noise. *Noise Health.* 2002;14:49-61.
- Sliwinska-K owalska M. Contribution of genetic factors to noise-induced hearing loss. Em: Griefahn B, editor. 10th international congress on noise as a public health problem of the international commission on biological effects of noise, London, UK, 2011. Disponível em: <http://www.icben.org/proceedings.html>
- Chen W, Jongkamonwivat N, Abbas L, Eshtan AJ, Johnson SL, Kuhn S, et al. Restoration of auditory evoked responses by human ES-cell-derived otic progenitors. *Nature.* 2012;490:278-82.
- Campo P, Maguin K, Gabriel S, Moller A, Gomez MDS, Topilla E, et al. Combined exposure to noise and ototoxic substances: European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), 2009. Disponível em: https://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/combined-exposure-to-noise-and-ototoxic-substances
- Johnson A-C, Morata TC. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals: Occupational exposure to chemicals and hearing impairment. Gothenburg, Sweden, 2010. Disponível em: https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/23240/1/gupea_2077_23240_1.pdf