


Alessandra Giannella Samelli¹ 

Carla Gentile Matas¹ 

Raquel Fornaziero Gomes¹ 

Thais Catalani Morata² 

Revisão sistemática de intervenções para prevenção da perda auditiva induzida por ruído ocupacional – uma atualização

Systematic review of interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss – a follow-up

Descritores

Ruído
Perda Auditiva Induzida por Ruído
Prevenção & Controle
Programa de Prevenção de Riscos no
Ambiente de Trabalho
Ruído Ocupacional
Revisão
Efetividade de Intervenções

Keywords

Noise
Hearing Loss Noise-Induced
Prevention & Control
Program of Risk Prevention on
Working Environment
Noise Occupational
Review
Intervention Effectiveness

Endereço para correspondência:

Alessandra Giannella Samelli
Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de
Medicina, Universidade de São Paulo
– FMUSP
Rua Cipotânea, 51, Cidade
Universitária, São Paulo (SP), Brasil,
CEP: 05360-160
E-mail: alesamelli@usp.br

Recebido em: Julho 23, 2019

Aceito em: Fevereiro 17, 2020

RESUMO

Objetivo: realizar uma revisão sistemática sobre a efetividade de intervenções para prevenção da perda auditiva induzida por ruído ocupacional, atualizando os achados da mais recente versão da revisão sistemática Cochrane do mesmo tema. **Estratégia de pesquisa:** As buscas ocorreram nas bases PubMed, Web of Science e Scopus. **Critérios de seleção:** Como intervenções, foram considerados: controles de engenharia/administrativos; dispositivos de proteção auditiva (DPA); vigilância auditiva e monitoramento audiológico. **Análise dos dados:** Para a análise de risco de viés, cada estudo foi avaliado de acordo com a adoção de randomização, alocação, cegamento, desfecho, outras fontes de viés. **Resultados:** Foram obtidas 475 referências no total. Destas, 17 estudos cumpriram os critérios de inclusão: um randomizado, um de série temporal interrompida e 15 de antes e depois. A maioria dos estudos foi realizada em indústrias; três em ambiente militar e/ou de treinamento de tiro; um em orquestra e outro em construção civil. A maioria dos estudos mostrou alto risco de viés. Seis estudos verificaram redução da exposição ao ruído a curto prazo por meio de controles de engenharia/administrativos; um verificou impacto positivo decorrente de mudança na legislação; cinco verificaram efeitos positivos dos DPA na diminuição da exposição ao ruído e dos treinamentos educacionais no uso do DPA; e dois encontraram redução dos níveis de ruído e aumento no uso do DPA decorrentes da implementação de programas de conservação auditiva. **Conclusão:** Todos os estudos analisados concluíram que as intervenções utilizadas resultaram em efeitos positivos sobre a audição e/ou sobre a exposição ao ruído. Em relação aos efeitos de longo termo, a grande maioria dos estudos limitou-se a avaliar efeitos imediatos ou de curto termo, reforçando que estudos incluindo follow-up de longo termo devem ser desenvolvidos.

ABSTRACT

Purpose: To conduct a systematic review of the effectiveness of interventions to prevent occupational hearing loss, following up on the findings of the most recent version of Cochrane systematic review on the same topic. **Research strategy:** Searches were carried out in PubMed, Web of Science and Scopus databases. **Selection criteria:** The following interventions were considered: engineering/administrative controls; hearing protection devices (HPD); and audiological monitoring. **Data analysis:** For bias risk analysis, each study was assessed according to randomization, allocation, blinding, outcomes, other sources of bias. **Results:** 475 references were obtained. Of these, 17 studies met the inclusion criteria: one randomized, one interrupted time series, and 15 before and after studies. Most studies were conducted in industries; three in military and/or shooting training environments; one in an orchestra, and one in construction. Most studies showed a high risk of bias. Six studies found a reduction in short-term exposure to noise through engineering/administrative controls; one found a positive impact due to changes in legislation; five studies have found positive effects of HPD in reducing exposure to noise and of educational trainings in the use of HPD; lastly, two studies found a reduction in noise levels and an increase in the using of HPD due to the implementation of hearing conservation programs. **Conclusion:** All the studies concluded that the interventions used resulted in positive effects on hearing and/or on exposure to noise. Regarding long-term effects, most studies were limited to assessing immediate or short-term effects, reinforcing that studies including long-term follow-up be developed.

Trabalho realizado na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP - São Paulo (SP), Brasil.

¹ Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – FMUSP - São Paulo (SP), Brasil.

² National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH - Cincinnati (OH), United States.

Fonte de financiamento: nada a declarar.

Conflito de interesses: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

É estimado que 4,1 milhões de trabalhadores estejam expostos diariamente a níveis de ruído que excedem o limite de exposição recomendado pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), de 85 dBA⁽¹⁾, e 22 milhões de trabalhadores podem estar expostos a níveis perigosos de ruído anualmente⁽²⁾. Aproximadamente 27,7 milhões de indivíduos com idades entre 20 e 69 anos nos Estados Unidos vivem com uma perda auditiva induzida por ruído (PAIR)⁽³⁾, tornando o ruído um fator crítico no local de trabalho em termos de impactos associados à saúde.

A PAIR continua sendo a segunda doença ocupacional autorreferida mais comum, apesar dos inúmeros estudos e regulamentações sobre o assunto e das intervenções realizadas nos locais de trabalho⁽⁴⁾.

No período de 1981 a 2010, a prevalência de perdas auditivas ocupacionais foi de aproximadamente 20%, variando entre diversos setores industriais dos Estados Unidos⁽⁵⁾.

Sendo assim, em virtude da continuidade da alta taxa de PAIR, assim como do potencial preventivo de reduzir a exposição ao ruído, muitos países implementaram variadas intervenções preventivas⁽⁶⁾. No entanto, pela variedade de estratégias de intervenção existentes, torna-se um desafio selecionar as mais eficazes^(7,8).

Em 2017, foi publicada a segunda atualização da revisão Cochrane sobre a efetividade de intervenções para prevenir as perdas auditivas ligadas ao trabalho^(7,8). A busca de literatura foi completa no dia 3 de outubro de 2016. Os autores verificaram evidências de qualidade baixa ou de qualidade moderada em relação às intervenções analisadas no estudo (implementação de legislação mais rigorosa, componentes dos programas de conservação auditiva, treinamento para colocação adequada dos protetores auditivos) ou mesmo a ausência de evidências sobre a eficácia destas intervenções para reduzir a exposição ao ruído ou a perda auditiva ocupacional. Os autores consideraram que a ausência de evidências conclusivas não pode ser interpretada como comprovação de falta de eficácia. Pelo contrário, ressaltam que é provável que novas pesquisas tenham um impacto importante nas conclusões alcançadas^(7,8).

Por este motivo, já que a referida revisão Cochrane enfatizou que novas pesquisas poderiam ter um impacto relevante sobre o tema, o presente estudo buscou realizar uma revisão sistemática atualizada, compilando os estudos mais recentes, avaliando a efetividade de intervenções não-farmacológicas para a prevenção da exposição ao ruído ocupacional ou da perda auditiva ocupacional, comparadas a nenhuma intervenção ou a intervenções alternativas.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Buscou-se seguir os critérios utilizados por Tikka et al.⁽⁸⁾ e descritos a seguir.

Foram realizadas buscas de literatura no PubMed, Web of Science (Clarivate) e Scopus, incluindo estudos publicados entre 01 de janeiro de 2017 e 01 de maio de 2019. A data da última busca de literatura utilizada é 01 de maio de 2019.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os seguintes desenhos de estudo foram incluídos: ensaios clínicos randomizados, estudos não randomizados de antes e depois, séries temporais interrompidas.

Foram incluídos estudos realizados com trabalhadores expostos a ruído ocupacional (> 80 dBA). Foram excluídos estudos de intervenções clínicas, como o uso de antioxidantes, magnésio ou outros compostos, e estudos de revisão da literatura.

Como intervenções, consideraram-se: controles de engenharia (redução ou eliminação da fonte do ruído, mudança de materiais, processos ou layout do local de trabalho)⁽⁹⁾; controles administrativos (mudanças nas práticas de trabalho, políticas de gerenciamento ou comportamento do trabalhador/trabalho)⁽⁹⁾; dispositivos de proteção auditiva (DPA)⁽¹⁾; vigilância auditiva e monitoramento audiológico por audiometria⁽¹⁾. Os Programas de Conservação Auditiva (PCA) visam evitar mudanças permanentes no limiar auditivo (MPL), considerados efeitos de longo prazo, ocorrendo após vários anos e que podem ser prevenidas pela implementação de medidas de engenharia ou controle administrativo ou pelo uso consistente de DPA. Assim, pode-se supor que as intervenções que reduzem a exposição ao ruído, por sua vez, levarão a uma diminuição da perda auditiva⁽¹⁰⁾.

Foram incluídas como medidas de resultado: efeitos sobre a exposição ao ruído e efeitos na audição. Como há diferentes regras de integração dos níveis de ruído ao longo do tempo (taxa de dobra de 3 e 5 dB) em diferentes países, usamos as definidas pelos autores.

Em relação à audiometria, foram incluídas medidas audiométricas mesmo quando não havia relato de protocolo, por se tratar de um critério excessivamente restritivo⁽⁷⁾.

Não foi realizada a meta-análise pelas divergências metodológicas entre os estudos incluídos.

ANÁLISE DOS DADOS

A pergunta norteadora do estudo foi: “Intervenções não-farmacológicas realizadas com trabalhadores expostos a ruído ocupacional ou ambientes com níveis de ruído acima de 80 dBA, comparadas a nenhuma intervenção ou a intervenções alternativas, produzem efeitos efetivos sobre a exposição ao ruído e/ou sobre a perda auditiva ocupacional?”.

A estratégia de busca foi formulada a partir do quadro PICO (P – Paciente, Problema ou População, I – Intervenção, C – Comparação, O – Outcome(s) (por exemplo: Condição de saúde)⁽¹¹⁾, onde:

- P – Trabalhadores expostos a ruído ocupacional;
- I – Quaisquer intervenções não-farmacológicas para a prevenção da exposição ao ruído ocupacional ou da perda auditiva ocupacional;
- C – Comparadas a nenhuma intervenção ou a intervenções alternativas;
- O – Efeito sobre a exposição ao ruído e/ou sobre a perda auditiva.

O fluxograma (realizado de acordo com o PRISMA⁽¹²⁾) das etapas de revisão e a estratégia de busca estão descritos na Figura 1. Após a exclusão dos artigos duplicados, os autores analisaram os títulos e resumos de forma independente e excluíram aqueles que não foram considerados relevantes. Em seguida, foram analisados os textos completos dos 29 artigos selecionados inicialmente, verificando se estavam de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Para cada estudo incluído, os dados foram extraídos e o risco de viés foi avaliado.

O efeito de uma intervenção sobre a exposição ao ruído ao longo do tempo foi analisado de acordo com os valores fornecidos pelos autores dos estudos selecionados, da mesma forma que os efeitos sobre a audição.

Para a análise de risco de viés, foi utilizada a ferramenta da Cochrane⁽¹³⁾, que avalia cada estudo incluído de acordo com a adoção de randomização, ocultação de alocação, cegamento de participantes, cegamento de avaliadores de desfecho, desfechos incompletos, relato de desfecho seletivo, outras fontes de viés.

Cada item foi avaliado como: (-) alto risco de viés; (+) baixo risco de viés; (?) viés incerto. A classificação final (conclusão sobre o risco de viés para um referido estudo) foi obtida pelo sinal mais frequente observado entre todas as categorias.

Durante todo o processo, quando possível, as discrepâncias foram resolvidas pela discussão entre pares; quando não foi possível, um terceiro autor envolveu-se na decisão.

RESULTADOS

A presente pesquisa resultou em 475 referências (270 no Pubmed, 86 no Web of Science e 118 no Scopus), já excluindo as duplicadas. A triagem de referências para elegibilidade resultou em 29 artigos completos. Destes, 17 estudos cumpriram os critérios de inclusão. Os estudos excluídos pelo resumo foram categorizados em temas (Tabela 1). Nota-se que a maioria (47,7%) trata da identificação do risco causado pelo ruído, ou seja, por meio dos limiares auditivos ou medições de níveis

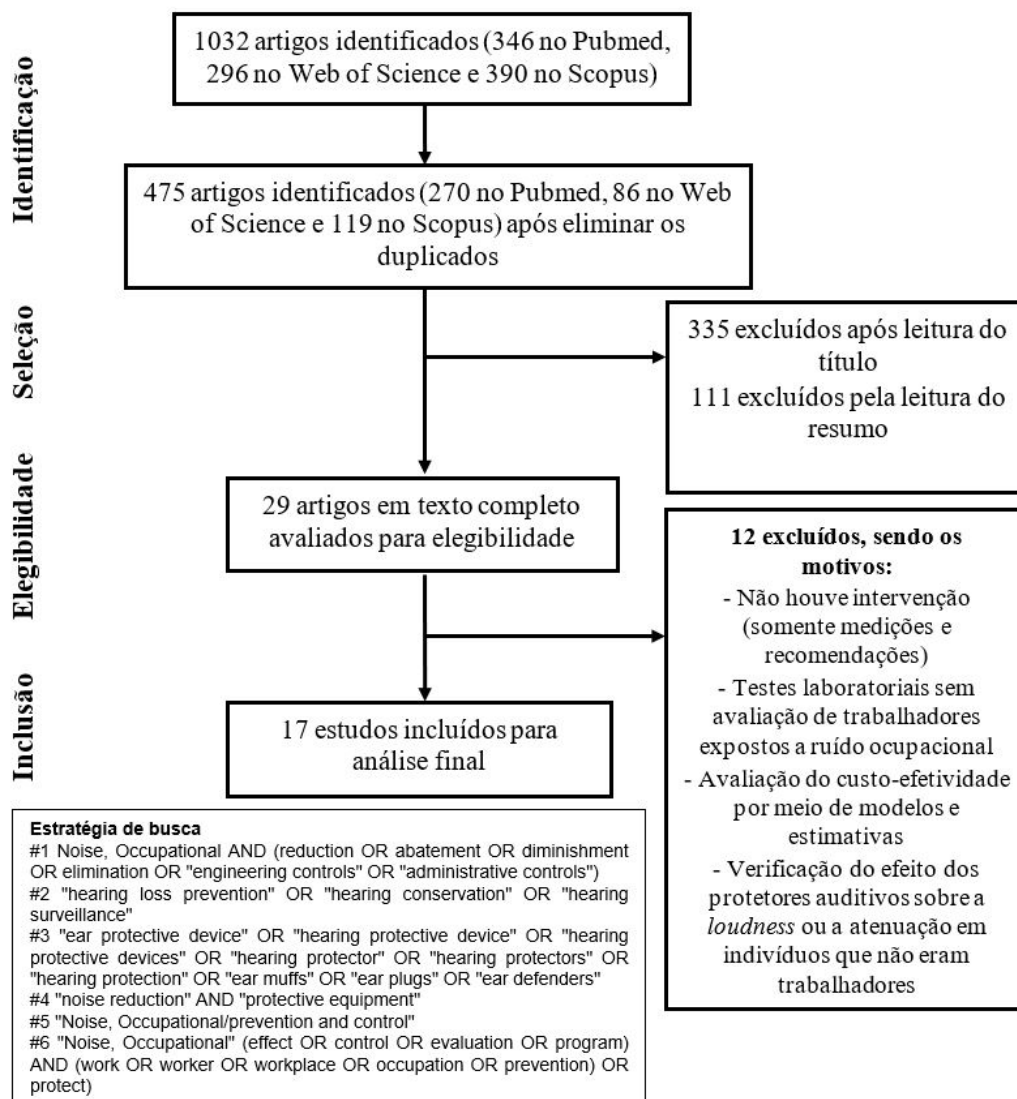


Figura 1. Estratégia de busca (limite de data de publicação entre janeiro de 2017 e maio de 2019) e fluxograma PRISMA das etapas de revisão

Tabela 1. Temas e principais variáveis dos estudos excluídos pelo resumo

Tema	N (%)	Principais variáveis estudadas
Identificação do risco	53 (47,7)	Limiares auditivos (audiometria convencional e altas frequências), MTL, MPL, EOA, Potenciais evocados auditivos, uso do DPA, níveis de exposição ao ruído.
Estudo da atenuação/ preferência/conforto de DPA	21 (19,0)	Medidas laboratoriais da atenuação dos DPA, discriminação de fala/sinais de alerta/localização no ruído, modelos computacionais para desenvolvimento de DPA/ métodos de mensuração da performance dos DPA, uso do treinamento para colocação do DPA.
Conhecimento, atitudes e motivação para uso do DPA	12 (10,8)	Crenças, valores, conhecimentos, atitudes a respeito da importância do uso do DPA, a respeito do ruído e da perda auditiva. Intervenções educacionais para modificação de hábitos e atitudes.
Preditores para perda auditiva e uso do DPA	8 (7,2)	Idade, sexo, níveis de exposição ao ruído, tempo de exposição, não utilização do DPA, MTL, MPL, EOA, sistema eferente, zumbido, fatores interpessoais, entre outras.
Outros	17 (15,3)	Headphones, exposição a ruído não-ocupacional, influência do DPA sobre a voz, traumatismo craniano, doenças metabólicas e cardíacas, efeitos extra auditivos do ruído, entre outros.

Legenda: N – número de estudos; MTL – mudança temporária de limiar; MPL – mudança permanente de limiar; EOA – emissões otoacústicas; DPA – dispositivo de proteção auditiva.

de ruído, os estudos identificam alterações audiológicas em indivíduos expostos a ruído, níveis de ruído acima do nível de ação ou uso inconsistente do DPA; porém, nenhum deles realizou intervenções para modificação do que foi constatado, sendo, portanto, excluídos da presente revisão. Foram excluídos também os que tratavam de estudo da atenuação / preferência / conforto de DPA (19%); os que avaliaram conhecimento, atitudes e motivação para uso do DPA (10,8%); os que estudaram preditores para perda auditiva e uso do DPA (7,2%); e os que avaliaram headphones, exposição a ruído não-ocupacional, influência do DPA sobre a voz, traumatismo craniano, doenças metabólicas e cardíacas, efeitos extra auditivos do ruído, entre outros (15,3%).

Caracterização dos estudos incluídos

A Tabela 2 apresenta as características dos estudos incluídos e suas referências bibliográficas. Um estudo utilizou um desenho randomizado⁽¹⁴⁾ e outro série temporal interrompida⁽¹⁵⁾. Os 15 restantes realizaram estudos de antes e depois.

Verificou-se que 29,5% dos estudos ocorreram nos Estados Unidos, 17,6% no Iran e 11,8% na China. A porcentagem restante (41,1%) foi composta por diversos outros países, cada um deles com apenas um estudo (Bélgica, Canadá, Dinamarca, Malásia, Polônia, Suécia, Tailândia).

No que se refere ao contexto ou cenário em que foram desenvolvidos, a maioria dos estudos (70,6%) foi realizada em ambientes e/ou contextos industriais; três em ambiente militar e/ou de treinamento de tiro (17,6%); um em orquestra (5,9%) e outro em construção civil (5,9%).

O tamanho das amostras variou de 3 a 18.672 trabalhadores em 9 estudos, totalizando 19.710 participantes, com média de 2.190. Os demais avaliaram: 1.157 áreas de uma indústria de papel-toalha⁽¹⁵⁾; uma indústria de Comando Numérico Computadorizado (CNC)⁽¹⁶⁾; um triturador de grãos⁽¹⁷⁾; três equipamentos pesados⁽¹⁸⁾; 11 pistolas de ar comprimido⁽¹⁹⁾; 14 instalações de fabricação de metal⁽²⁰⁾; mais de 700.000 medidas de dosimetria⁽²¹⁾; e quatro armas de fogo⁽²²⁾.

Quanto às intervenções, dois estudos avaliaram DPA usando a técnica MIRE^(23,24); dois avaliaram o treinamento para a colocação

adequada de DPA^(25,26), incluindo medidas pós-intervenção e de acompanhamento. Seis estudos realizaram intervenção de controle de engenharia, incluindo mudanças, melhorias ou manutenção de equipamentos, isolamento de máquinas e de áreas ruidosas^(16-19,22,27). Um deles realizou adicionalmente controle administrativo⁽²²⁾ e outro comparou o desempenho de atenuação de duas conchas acústicas para músicos de orquestra⁽²⁷⁾. Quatro estudos avaliaram PCAs^(15,20,28,29), incluindo controles administrativos e de engenharia, uso de DPA e treinamento dos trabalhadores. Saylor et al.⁽²⁰⁾ também avaliaram a relação entre custo e efetividade de um PCA. Bourchom et al.⁽¹⁴⁾ avaliaram o impacto do uso de DPA durante a utilização de armas de fogo. Fallah Madvari et al.⁽³⁰⁾ usaram um modelo educacional para trabalhadores, abordando a importância de usar o DPA. Um dos estudos avaliou o impacto da implementação de uma revisão na regulamentação de ruído da Administração de Segurança e Saúde de Minas (Mine Safety and Health Administration - MSHA) que estabeleceu nível de ação de 85 dBA, taxa de dobra de 5 dB para níveis de pressão sonora (NPS) entre 80 e 130 dBA e requisitos harmonizados para os PCAs⁽²¹⁾.

Efeitos da intervenção

Controles de engenharia e administrativos: resultados de redução da exposição ao ruído a curto prazo

Foram incluídos nesta categoria seis dos estudos encontrados^(16-19,22,27).

Behar et al.⁽²⁷⁾ avaliaram a atenuação média de duas conchas acústicas para três instrumentos de orquestra diferentes. A atenuação total foi de 9,2 dBA para a primeira concha e 5,9 dBA para a segunda, com diferença estatisticamente significativa.

Khairai et al.⁽¹⁶⁾ desenvolveram um estudo de caso em uma indústria, comparando níveis de ruído antes e depois das melhorias realizadas. O nível médio de ruído inicial, com todas as máquinas desligadas, foi de 95,8 dBA. Depois da manutenção do sistema pneumático, o ruído foi reduzido para 55,5 dBA. Com as máquinas ligadas, o ruído diminuiu de 109,3 dBA para 95,2 dBA, depois que seis máquinas foram reunidas em uma área coberta por cortina de plástico.

Tabela 2. Características dos estudos incluídos e seu risco de viés (n = 17)

Estudo / País do estudo	Desenho	Participantes / Contexto ou cenário de realização do estudo	Intervenções	Resultados	Risco de Viés
Aliabadi et al. (2018) (Iran)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Trabalhadores de fábricas com diferentes características de ruído; duas fábricas industriais no oeste do Iran n = 50 (25 em cada fábrica)	Intervenção: trabalhadores usando 5 tipos de protetor auditivo tipo concha. Cada amostra de protetor foi testada para 50 indivíduos e as medidas de F-MIRE foram repetidas três vezes. Comparação: "fora" vs. "dentro" do dispositivo de proteção auditiva (DPA).	Diferença no nível de ruído fora vs. dentro dos protetores em baixas e altas frequências. Os valores de atenuação dos protetores auriculares foram menores que os das classificações de redução de ruído laboratoriais (p < 0,05) para trabalhadores expostos a ruídos de baixa frequência; e maior para trabalhadores expostos a ruído de alta frequência (p < 0,05).	- / - / - / - / + / + / ? Conclusão: (-) alto risco
Behar et al. (2018) (Canadá)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Músicos de uma orquestra; fono da orquestra de Toronto (Four Seasons Centre) n = 3	Intervenção: controle de ruído de engenharia. Duas conchas acústicas foram avaliadas ao mesmo tempo - dois dosímetros em cada concha (na frente e atrás - a diferença foi expressa em "atenuação") - 45° na frente do músico. Um instrumento por vez. Dois ensaios para cada instrumento. Comparação: "frente" vs. "atrás" da concha.	Atenuação total: 9,2 dBA (concha Manhasset) e 5,9 dBA (concha Wenger) (p-valor = 0,006).	- / - / - / - / + / + / ? Conclusão: (-) alto risco
Biabani et al. (2017) (Iran)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Trabalhadores de várias ocupações expostos a ruído no ambiente de trabalho; laboratório da Hamadan University of Medical Sciences n = 30	Intervenção: trabalhadores usando 3 tipos de protetor auditivo tipo concha. Cada amostra de protetor foi testada para 30 sujeitos e as medidas de MIRE foram repetidas três vezes. Comparação: com e sem óculos de proteção.	Os óculos de segurança típicos podem reduzir a média NAP em aproximadamente 2,5 dB (p < 0,05). A variabilidade nos valores de NAP entre indivíduos, intra-indivíduos e entre protetores auditivos não foi estatisticamente significativa (p > 0,05).	- / - / - / - / + / + / ? Conclusão: (-) alto risco
Bourchom et al. (2018) (Tailândia)	Ensaio clínico randomizado	Recrutas do serviço militar tailandês distribuídos aleatoriamente em 2 grupos: não utilizando proteção auditiva e utilizando protetor de silicone; treinamento militar de tiro n = 60	Intervenção: uso de DPA. Controle: trabalhadores que não usaram DPA.	Imediatamente após os tiros, aqueles que não usavam a proteção auditiva apresentaram maior índice de PANS que o outro grupo, em alta frequência (53,2% vs. 0%, p < 0,05). No 3º dia, os níveis de audição foram gradualmente melhorados em todas as frequências, exceto 6.000 Hz. No 7º dia, três recrutas (10%) do grupo sem proteção auditiva ainda apresentaram PANS no audiograma, 12 indivíduos (40%) tiveram função anormal de células ciliadas externas detectada por EOAPD.	+ / ? / - / - / + / + / ? Conclusão: (+) baixo risco

Legenda: DPA – dispositivo de proteção auditiva; EOAPD – Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção; F-MIRE – Field Microphone-in-real-ear; MPL – mudança permanente de limiar; N – número de estudos; NPS – Nível de pressão sonora; NAP – Nível de atenuação pessoal; PANS – Perda auditiva neurosensorial; PCA – programa de conservação auditiva; BASNEF – sigla referente a "Beliefs, Attitudes, Subjective Norms and Enable Factors". Os sinais contidos na última coluna estão apresentados por ordem das categorias de viés avaliadas, conforme descrito nos Métodos. A conclusão foi obtida pelo sinal mais frequente; (-) alto risco de viés; (+) baixo risco de viés; (?) viés incerto.

Tabela 2. Continued...

Estudo / País do estudo	Desenho	Participantes / Contexto ou cenário de realização do estudo	Intervenções	Resultados	Risco de Viés
Collée et al. (2019) (Bélgica)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Militares do serviço militar belga; Serviço de Medicina do Trabalho e Centro de Perícia Médica da Defesa Belga. n = 18,672	Intervenção: programa de conservação auditiva (PCA). Controle: antes da implementação do PCA.	Para cada incremento anual, a média dos limiares auditivos em 3, 4 e 6 kHz aumentou em 0,08 dB e esse aumento diminuiu (ficou menos positivo) em 0,18 dB por ano.	-/-/-/?/+/?
Fallah Madvari et al. (2019) (Iran)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Trabalhadores de várias ocupações expostos a ruído; indústria de ladrilho n = 100	Intervenção: treinamento com o Modelo de Educação BASNEF (n = 50). Controle: colegas não treinados (n = 50).	Antes da intervenção, o tempo de uso dos DPA em ambos os grupos foi de 0,5 hora e a exposição ao ruído foi de 89 dBA. Após a intervenção, o tempo de uso dos DPA aumentou no grupo intervenção, a exposição ao ruído foi de 80 dBA, e para o grupo controle, que não recebeu treinamento, a mesma quantidade de tempo usando DPA resultou em 89 dBA de exposição.	-/-/-/+/?/+/? Conclusão: (-) alto risco
Frederiksen et al. (2017) (Dinamarca)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Trabalhadores de várias ocupações expostos a ruído; 11 indústrias dinamarquesas com níveis elevados de ruído n = 271	Intervenção: programa de conservação auditiva (PCA). Controle: antes da implementação do PCA.	Os níveis médios de ruído diminuíram de 83,9 dBA para 82,8 dBA. Para trabalhadores expostos a mais que 85 dBA, o uso do DPA aumentou de 70,1 para 76,1%.	?/?/-/-/+/?/+/?
Gong et al. (2019) (China)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Trabalhadores de várias ocupações expostos a ruído; quatro fábricas do leste da China n = 335	Intervenção: treinamento para colocar corretamente o DPA de inserção. Comparação: pré-intervenção, pós-intervenção e acompanhamento de seis meses.	Melhoria significativa foi mostrada em NAPs pós-intervenção (p < 0,05), bem como NAPs da visita de acompanhamento (p < 0,05). Comparando NAPs de visita de acompanhamento aos NAPs pós-intervenção, boa sustentabilidade foi demonstrada em duas fábricas (p > 0,05), enquanto um declínio significativo (p < 0,05) foi observado em outra.	-/-/-/?/+/?/+/? Conclusão: (-) alto risco
Khairai et al. (2018) (Malásia)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Estudo de caso; indústria de CNC Comparação: antes e depois das melhorias.	Intervenção: controle de engenharia para redução de ruído no processo de decapagem CNC.	O nível de ruído médio inicial com todas as máquinas desligadas foi de 95,8 dBA. Depois que o sistema pneumático com vazamento foi resolvido, o ruído reduziu para 55,52 dBA. O nível médio de ruído com todas as máquinas sob operação foi de 109,34 dBA. Depois que seis máquinas foram reunidas em uma área e esta foi coberta com cortina de plástico, o ruído reduzido para 95,21 dBA.	-/-/-/+/?/+/? Conclusão: (-) alto risco

Legenda: DPA – dispositivo de proteção auditiva; EOAPD - Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção; F-MIRE - Field Microphone-in-real-ear; MPL – mudança permanente de limiar; N – número de estudos; NPS - Nível de pressão sonora; NAP - Nível de atenuação pessoal; PANS - Perda auditiva neurosensorial; PCA - programa de conservação auditiva; BASNEF – sigla referente a “Beliefs, Attitudes, Subjective Norms and Enable Factors”. Os sinais contidos na última coluna estão apresentados por ordem das categorias de viés avaliadas, conforme descrito nos Métodos. A conclusão foi obtida pelo sinal mais frequente; (-) alto risco de viés; (+) baixo risco de viés; (?) viés incerto.

Tabela 2. Continued...

Estudo / País do estudo	Desenho	Participantes / Contexto ou cenário de realização do estudo	Intervenções	Resultados	Risco de Viés
Neitzel et al. (2018) (Suécia)	Série temporal interrompida	Quatro fábricas suecas de papel-toalha; n = 1.157 áreas	Intervenção: programa de conservação auditiva (PCA). Controle: antes da implementação do PCA.	Os níveis de ruído diminuíram nas fábricas de papel suecas ao longo do tempo. Os resultados do grupo de foco indicaram que o uso do DPA aumentou com o tempo. Cerca de 50% dos trabalhadores nas quatro fábricas avaliadas estavam expostos a um limite igual ou superior ao de 8h de exposição ao ruído de 85 dBA na conclusão do período de estudo em 2010.	-/-/-/?/?/? Conclusão: (-) alto risco
Liu et al. (2018) (China)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Trabalhadores de várias ocupações expostos a ruído; fábrica têxtil chinesa; n = 189	Intervenção: treinamento para colocar corretamente o DPA de inserção. Comparação: pré-intervenção, pós-intervenção e acompanhamento de seis e doze meses.	Foram observados efeitos imediatos e residuais do treinamento obtidos pelos trabalhadores na atenuação em campo dos DPA e também efeitos do treinamento na melhoria da atenuação após um período de uso diário.	-/-/-/?/?/+/? Conclusão: (-) alto risco
Murphy et al. (2018) (Estados Unidos)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Quatro armas de fogo; campo de tiro ao ar livre (Rose Lake) e campo de caça (Rudyard) n = 5 tiros	Intervenção: controle de engenharia para redução de ruído (supressor de ruído de arma de fogo) e controle administrativo (munição de baixa velocidade). Comparação: antes e depois das melhorias.	Os supressores de ruído de armas de fogo tendem a reduzir os picos de pressão sonora nas orelhas do atirador em 17-26 dB, reduzem os níveis equivalentes de energia em 9-21 dB e reduzem o nível geral de potência sonora em 2-23 dB. Os níveis do rifle Savage não suprimido exibiam uma diferença de 1 a 2 dB em função da munição, enquanto os rifles Remington tinham entre 12 dB e uma diferença de 20 dB entre as duas velocidades de munição.	-/-/-/-/+/?/+/? Conclusão: (-) alto risco
Prieve et al. (2017) (Estados Unidos)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Diferentes armas de ar comprimido; dez áreas de fabricação de ambientes de pesquisa e desenvolvimento n = 11	Intervenção: controle de engenharia para redução do ruído (armas de ar avançadas com supressão de ruído). Comparação: armas de ar convencionais.	17 de 21 comparações de armas de ar avançadas com as convencionais exibiram reduções de nível de ruído estatisticamente significativas variando de 3,3 a 17,7 dBA, enquanto apenas três comparações apresentaram aumentos significativos, sendo a maior de 1,8 dBA. Armas de ar avançadas com redução de ruído podem ser controladas de engenharia altamente eficazes para reduzir a exposição a ruídos ocupacionais.	-/-/-/-/+/?/+/? Conclusão: (-) alto risco
Roberts et al. (2017) (Estados Unidos)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Medidas de dosimetria de ruído de 1979 a 2014; Administração de Saúde e Segurança de Minas n = mais de 700,000	Implementação da revisão do regulamento de ruído da MSHA em 2000.	Os níveis globais de ruído nas minas têm diminuído. No entanto, esta diminuição não foi uniforme em todos os setores de mineração.	-/-/-/?/?/+/? Conclusão: (-) alto risco

Legenda: DPA – dispositivo de proteção auditiva; EOAPD - Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção; F-MIRE - Field Microphone-in-real-ear; MPL – mudança permanente de limiar; N – número de estudos; NPS - Nível de pressão sonora; NAP - Nível de atenuação pessoal; PANS - Perda auditiva neurosensorial; PCA - programa de conservação auditiva; BASNEF – sigla referente a “Beliefs, Attitudes, Subjective Norms and Enable Factors”. Os sinais contidos na última coluna estão apresentados por ordem das categorias de viés avaliadas, conforme descrito nos Métodos. A conclusão foi obtida pelo sinal mais frequente; (-) alto risco de viés; (+) baixo risco de viés; (?) viés incerto.

Tabela 2. Continued...

Estudo / País do estudo	Desenho	Participantes / Contexto ou cenário de realização do estudo	Intervenções	Resultados	Risco de Viés
Saleh et al. (2017) (Estados Unidos)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Equipamentos pesados (rolo, guindaste e motoniveladora); centro de treinamento da International Union of Operating Engineers n = 3	Intervenção: controle de engenharia para redução do ruído. Comparação: antes e depois de instalar tapetes de amortecimento de som (SDMats).	Os NPS dentro das cabines do operador de equipamentos pesados foram significativamente reduzidos em 5,6 - 7,6 dBA na configuração de aceleração máxima após a instalação dos SDMats (p <0,01).	-/-/-/+/?
Saylor et al. (2017) (Estados Unidos)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Instalações de fabricação de metal operadas por uma única empresa; n = 14	Intervenção: programa de conservação auditiva (PCA). Controle: antes da implementação do programa de conservação auditiva (relacionando custo e eficácia).	Maiores gastos para treinamento e testes de adaptação de DPA foram significativamente associados à redução da prevalência de MPL. Os maiores gastos com treinamento também foram relacionados à menor prevalência de perda auditiva e às taxas de perda auditiva em alta frequência.	-/-/-/+/? Conclusão: (-) alto risco
Tanas et al. (2018) (Polônia)	Estudo não-randomizado de antes e depois	Estudo de caso – Triturador de grãos; estação de trabalho do operador do triturador de grãos	Intervenção: controle de engenharia para redução de ruído em um triturador de grãos. Comparação: antes e depois das melhorias.	As modificações estruturais introduzidas reduziram o nível de ruído em 3 dBA para as frequências do componente da tremonha relacionadas à vibração da tremonha (180 Hz) e a estrutura de suporte do triturador (240 a 480 Hz). O nível desses componentes determina o nível de ruído na estação de trabalho do operador para as condições médias de enchimento do depósito com grãos. O nível total de ruído no operador do triturador foi reduzido em 2,6 dBA.	-/-/-/+/? Conclusão: (-) alto risco

Legenda: DPA – dispositivo de proteção auditiva; EOAPD - Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção; F-MIRE - Field Microphone-in-real-ear; MPL – mudança permanente de limiar; N – número de estudos; NPS - Nível de pressão sonora; NAP - Nível de atenuação pessoal; PANS - Perda auditiva neurosensorial; PCA - programa de conservação auditiva; BASNEF – sigla referente a "Beliefs, Attitudes, Subjective Norms and Enable Factors". Os sinais contidos na última coluna estão apresentados por ordem das categorias de viés avaliadas, conforme descrito nos Métodos. A conclusão foi obtida pelo sinal mais frequente; (-) alto risco de viés; (+) baixo risco de viés; (?) viés incerto.

Murphy et al.⁽²²⁾ verificaram os efeitos do controle de engenharia (supressor de ruído de arma de fogo) e controle administrativo (munição de baixa velocidade) nos NPS produzidos por diferentes armas. Os supressores reduziram os níveis de pressão de pico nas orelhas do atirador em 17–26 dB, os níveis de energia equivalente em 9–21 dB e o nível geral de potência sonora em 2–23 dB. Os níveis do rifle sem supressão exibiram uma diferença de 1 a 2 dB em função da munição, enquanto o outro tipo de rifle tinha entre 12 dB e 20 dB de diferença entre as duas velocidades de munição.

Prieve et al.⁽¹⁹⁾ compararam a redução de ruído oferecida por pistolas avançadas de ar comprimido em relação às convencionais e verificaram uma redução significativa do nível de pressão sonora variando de 3,3 a 17,7 dBA.

Saleh et al.⁽¹⁸⁾ compararam os NPS dentro das cabines dos operadores de três equipamentos pesados antes e depois da instalação de tapetes de amortecimento de som (SDMats), obtendo uma redução significativa de 5,6-7,6 dBA nas configurações de aceleração máxima.

Tanas et al.⁽¹⁷⁾ verificaram a efetividade das modificações estruturais realizadas em um triturador de grãos, medindo os níveis de ruído antes e após as melhorias. O nível de ruído total para o operador foi reduzido em 2,6 dBA.

Legislação

Apenas um dos estudos encontrados tratou de legislação⁽²¹⁾.

Após a revisão do regulamento de ruído da MSHA, analisando mais de 700.000 dosimetrias, de 1979 a 2014, Roberts et al.⁽²¹⁾ verificaram que o nível de ruído total nas minas diminuiu de 84,4 dBA para 79,9 dBA, embora não tenha sido uniforme em todos os setores de mineração.

Resultados de redução da exposição ao ruído: Dispositivos de proteção auditiva e treinamento a curto e médio prazos

Cinco estudos abordaram os resultados da redução da exposição ao ruído^(23-26,30).

Aliabadi et al.⁽²³⁾ avaliaram cinco protetores auditivos tipo concha em 50 participantes, por meio da repetição de três medidas do F-MIRE em cada indivíduo. Os valores de atenuação dos protetores, mensurados em bandas de oitava, foram menores que os níveis de redução de ruído estabelecidos em laboratório, para baixas frequências ($p < 0,05$); já para altas frequências, estes valores foram maiores que os obtidos em laboratório ($p < 0,05$).

Biabani et al.⁽²⁴⁾ avaliaram três protetores tipo concha, com e sem óculos de proteção, em 30 sujeitos, repetindo as medidas de MIRE três vezes. Os óculos de segurança reduziram a média do nível de atenuação pessoal (NAP) em aproximadamente 2,5 dB ($p < 0,05$).

Fallah Madvari et al.⁽³⁰⁾ utilizaram um modelo de treinamento educacional, comparando o grupo treinado com o não-treinado. Após a intervenção de seis semanas, verificou-se que o tempo de uso do DPA aumentou de 0,5 hora para 6,66 ($\pm 1,40$) no grupo intervenção e para 0,83 ($\pm 0,85$) no grupo controle, reduzindo a exposição ao ruído de 89 dBA para 80 dBA no primeiro grupo.

Liu et al.⁽²⁵⁾ conduziram um treinamento para colocação adequada de DPA em 189 trabalhadores de uma indústria têxtil, avaliando a atenuação antes, imediatamente após, depois de 6 e 12 meses. O objetivo foi obter informações sobre a situação atual da proteção auditiva, incluindo a atenuação em campo dos DPA nos trabalhadores, os efeitos do treinamento para melhorar a atenuação e a atenção sobre saúde auditiva, bem como a motivação para o uso dos abafadores em um ambiente com altas temperaturas. Foi observado um aumento da atenuação fornecida pelos DPA após o treinamento.

Gong et al.⁽²⁶⁾ conduziram um treinamento para colocação adequada de DPA de inserção em quatro fábricas, medindo o nível de atenuação pessoal (NAP) antes, imediatamente depois, e após seis meses. Houve uma melhora estatisticamente significativa depois da intervenção, assim como no follow-up na maioria das fábricas.

Resultados de redução da exposição ao ruído ou de mudanças na audição: Programas de Conservação Auditiva

Dois estudos avaliaram a efetividade de PCAs por meio dos efeitos sobre a audição e um deles também relacionou a efetividade com o custo do programa. Sayler et al.⁽²⁰⁾ mostraram que investimentos mais altos para treinamento e testes para avaliação dos níveis de atenuação estavam significativamente associados com a redução da prevalência de mudanças nos limiares auditivos, com menores prevalências de perda auditiva e de perda auditiva nas frequências altas, num seguimento de dez anos.

Bourchom et al.⁽¹⁴⁾ avaliaram 60 militares divididos em dois grupos, com e sem o uso de DPA. Imediatamente após o treinamento de tiros, aqueles que não usavam o DPA apresentaram maior mudança de limiar nas frequências altas, em comparação ao grupo que usou DPA (53,2% vs. 0%, $p < 0,05$). Após 3 dias, os limiares auditivos melhoraram gradualmente em todas as frequências, exceto 6.000 Hz. Após uma semana, três indivíduos (10%) do grupo que não usou DPA ainda apresentavam rebaixamento do limiar.

Collée et al.⁽²⁹⁾ avaliaram 18,672 militares antes e depois da implementação de um PCA. Concluíram que para cada incremento de um ano, a média dos limiares para a audiometria tonal em 3, 4 e 6 kHz aumentava em 0,08 dB e que esse grau de piora foi reduzido em 0,18 dB por ano após o PCA.

Dois estudos avaliaram a efetividade dos PCAs por meio dos seus efeitos sobre a exposição ao ruído. Frederiksen et al.⁽²⁸⁾ avaliaram 271 trabalhadores de várias ocupações, antes e depois da implementação do programa. Verificaram que a média dos níveis de ruído diminuiu de 83,9 dBA para 82,8 dBA. Para os trabalhadores expostos a níveis de ruído acima de 85 dBA, verificaram um aumento no uso do DPA de 70,1 para 76,1%. Neitzel et al.⁽¹⁵⁾ compararam as medições dos NPS de quatro instalações antes e depois da implementação do PCA, verificando que houve um declínio nos níveis de ruído ao longo do tempo, assim como um aumento no uso da proteção auditiva. Contudo, aproximadamente 50% dos trabalhadores eram expostos a NPS maiores ou iguais a 85 dBA por 8 horas.

Risco de viés

Dos 17 estudos analisados, 16 foram classificados com alto risco de viés (94,1%) e apenas 1 estudo⁽¹⁴⁾ apresentou baixo risco (5,9%), sendo este o único a ter adotado randomização (Tabela 2). Com relação à ocultação de alocação, 15 não realizaram (88,2%) e 2 não forneceram informações suficientes para chegar-se a uma conclusão (11,8%). Nenhum dos estudos realizou cegamento de participantes, nem de avaliadores de desfecho. No que diz respeito aos desfechos, 11 estudos não tiveram perda de dados (64,7%), 5 forneceram informações insuficientes para julgamento de desfechos incompletos (29,4%), 1 apresentou perda de participantes sem explicação (5,9%); 16 reportaram os desfechos de acordo com o que foi proposto (94,1%) e 1 estudo não forneceu informações suficientes para concluir-se o risco (5,9%). Não foi possível determinar a presença de outras fontes de viés para nenhum dos estudos.

DISCUSSÃO

Conforme observado entre os artigos incluídos, a maioria foi composta por estudos de antes e depois, o que também foi verificado na revisão sistemática de 2017⁽⁷⁾. Nota-se que a distribuição dos países em que foram desenvolvidos é bastante heterogênea, com representantes na América, Ásia e Europa. Sabe-se que diversos países ao redor do mundo vêm buscando desenvolver estudos e implementar leis e recomendações na tentativa de diminuir a incidência da PAIR, obtendo níveis variados de sucesso^(6,31), evidenciando a preocupação crescente com este problema global.

Quanto ao contexto ou cenário dos estudos, a maioria foi realizada em ambientes e/ou contextos industriais, mas também houve estudos desenvolvidos em ambiente militar e construção civil. Estes tipos de ocupação estão entre aqueles que apresentam maior risco de danos auditivos em termos de número de trabalhadores expostos^(4,31,32), justificando um maior número de estudos com estas populações.

O tamanho das amostras dos 17 estudos variou bastante; nove estudos avaliaram trabalhadores (média de 2.190 indivíduos), sendo a menor amostra composta por três músicos de orquestra⁽²⁷⁾ e a maior por 18.672 militares⁽²⁹⁾, números estes menores que os observados na revisão sistemática de 2017⁽⁷⁾. Os oito estudos restantes avaliaram, dentre outros, equipamentos, armas de fogo, pistolas de ar, áreas industriais e dosimetrias⁽²¹⁾.

Quanto aos efeitos das intervenções analisados na presente revisão, seis estudos^(16-19,22,27) buscaram avaliar o impacto de controles de engenharia e administrativos sobre o ruído. As intervenções incluíram conchas acústicas para orquestra⁽²⁷⁾; manutenção de sistema pneumático e uso de cortina de plástico⁽¹⁶⁾; uso de supressor de ruído de arma de fogo e de munição de baixa velocidade⁽²²⁾; substituição de pistolas de ar comprimido convencionais por outras com redução de ruído⁽¹⁹⁾; instalação de tapetes de amortecimento de som em equipamentos pesados⁽¹⁸⁾; modificações estruturais em triturador de grãos⁽¹⁷⁾. Todos os estudos verificaram redução da exposição ao ruído a curto prazo por meio da avaliação pré e pós-intervenção, comparando-se os

níveis absolutos de ruído, mas nenhum deles avaliou este efeito a longo prazo, semelhante ao observado na revisão de 2017⁽⁷⁾.

Apenas um dos estudos buscou verificar os efeitos da legislação ao longo do tempo (1979 a 2014) sobre os níveis de ruído presentes nas minas, após revisão do regulamento da MSHA em 2000⁽²¹⁾. Este estudo verificou um impacto positivo da mudança na regulamentação sobre os níveis de ruído presentes nas minas, muito embora esta redução não tenha sido homogênea para todos os setores. Achados semelhantes foram observados por Tikka et al.⁽⁷⁾, que sugeriram que uma redução nos níveis de ruído, decorrentes indiretamente de alterações na legislação, provavelmente são mediadas por controles de engenharia, podendo impactar positivamente na redução da exposição ao ruído.

No que se refere à redução da exposição ao ruído causada por dispositivos de proteção auditiva e treinamento para uso adequado dos DPA, cinco estudos avaliaram os efeitos destas intervenções a curto e médio prazos^(23-26,30). Para avaliar os efeitos dos DPA sobre a redução da exposição ao ruído, foram utilizadas as seguintes medidas: verificação da atenuação do DPA pela técnica F-MIRE⁽²³⁾; verificação da atenuação de DPA tipo concha na presença e ausência de óculos de proteção com a técnica MIRE, identificando se a atenuação poderia ser impactada negativamente pelo uso concomitante dos óculos⁽²⁴⁾; verificação do tempo de uso do DPA comparando grupos que passaram ou não por treinamento educacional⁽³⁰⁾; verificação da efetividade de treinamento para colocação adequada de DPA pela mensuração da atenuação do DPA antes, imediatamente após, depois de 6 e/ou 12 meses^(25,26). Os estudos identificaram que o DPA, quando usado corretamente, tem o potencial de reduzir a exposição ao ruído e que treinamentos educacionais realizados com o objetivo de motivar o uso e orientar sobre a colocação correta têm impacto positivo sobre a atenuação do DPA e/ou sobre o tempo de uso durante a jornada de trabalho. Estudos sobre os efeitos destas intervenções a longo prazo não foram encontrados.

Com relação ao risco de viés, 16 estudos, dos 17 analisados, foram classificados com alto risco (94,1%) e apenas 1 estudo⁽¹⁴⁾ apresentou baixo risco (5,9%), sendo este o único a ter adotado randomização. Esses achados são apoiados pelo que Lie et al.⁽³³⁾ discutem sobre os estudos de exposição ao ruído serem geralmente de qualidade inferior a estudos populacionais, já que estes costumam ter qualidade bastante boa sobre possíveis fatores de confusão ou modificação, como tabagismo, doenças cardíacas e pressão arterial. Considerando essas informações, destaca-se o fato de que os estudos incluídos nesta revisão não mencionam possíveis fatores de confusão, o que contribui para o aumento do risco de viés.

Com base nos achados, nota-se que o corpo de evidências é composto por estudos com alto risco de viés, o que enfatiza a necessidade do desenvolvimento de mais pesquisas nesta área, com metodologias mais criteriosas, buscando diminuir o risco de viés e melhorar a qualidade dos estudos sobre intervenção para prevenção de perdas auditivas.

A premissa para a realização desta atualização foi a reprodução da metodologia proposta pela revisão sistemática original⁽⁷⁾, trazendo coerência e validade para a presente. No entanto, a

expansão da busca para outras bases de dados e outros idiomas poderia ampliar os estudos incluídos na atual revisão. Pode-se destacar, ainda, como contribuição desta revisão o apontamento de lacunas e questões que ainda necessitam de esclarecimentos por meio de novas pesquisas, que forneçam evidências de melhor qualidade, favorecendo o avanço das intervenções para a prevenção de perda auditiva por exposição a ruído.

CONCLUSÃO

O presente estudo não encontrou diferenças substanciais em relação ao que foi verificado na revisão sistemática de Tikka et al.⁽⁷⁾.

Todos os estudos aqui analisados concluíram que as intervenções utilizadas (mudança na legislação, controles de engenharia e/ou administrativos, uso/ treinamento para uso de DPA, implementação de PCA), isoladas ou combinadas, resultaram em efeitos positivos sobre a audição e/ou sobre a exposição ao ruído. Em relação aos efeitos de longo termo, a grande maioria dos estudos limitou-se a avaliar efeitos imediatos ou de curto termo no que se refere à audição e/ou à exposição ao ruído, reforçando a sugestão de Tikka et al.⁽⁷⁾ de que estudos incluindo follow-up de longo termo devem ser desenvolvidos, de forma a fornecer evidências mais conclusivas sobre esta questão.

REFERÊNCIAS

1. NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure, revised criteria 1998. Cincinnati: Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health; 1998.
2. Tak S, Davis RR, Calvert GM. Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers - NHANES, 1999-2004. *Am J Ind Med.* 2009;52(5):358-71. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.20690>. PMID:19267354.
3. Hoffman HJ, Dobie RA, Losonczy KG, Themann CL, Flamme GA. Declining prevalence of hearing loss in US adults aged 20 to 69 years. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;143(3):274-85. <http://dx.doi.org/10.1001/jamaoto.2016.3527>. PMID:27978564.
4. Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med.* 2005;48(6):446-58. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.20223>. PMID:16299704.
5. Masterson EA, Deddens JA, Themann CL, Bertke S, Calvert GM. Trends in worker hearing loss by industry sector, 1981-2010. *Am J Ind Med.* 2015;58(4):392-401. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.22429>. PMID:25690583.
6. WHO: World Health Organization. Addressing the rising prevalence of hearing loss. Geneva: World Health Organization; 2018 [citado em 2019 Oct 2]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260336/9789241550260-eng.pdf;jsessionid=1AB8F6F6808AE4E0291B12643BE4AED7?sequence=1>
7. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;7(7):CD006396. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>. PMID:28685503.
8. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss- Abridged. *Revista CODAS.* 2019; In Press.
9. Cohen AL, Gjessing CC, Fine LJ, Bernard BP, McGlothlin JD. Elements of ergonomics programs, a primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders. Cincinnati: Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, NIOSH; 1997.
10. Prince MM, Stayner LT, Smith RJ, Gilbert SJ. A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey (ONHS). *J Acoust Soc Am.* 1997;101(2):950-63. <http://dx.doi.org/10.1121/1.418053>. PMID:9035391.
11. Santos CMC, Pimenta CAM, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2007;15(3):508-11. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023>. PMID:17653438.
12. PRISMA [Internet]. Oxford Centre for Evidence-based Medicine – Levels of Evidence. Oxford; 2009 [citado em 2019 May 1]. Disponível em: <http://www.cebm.net/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/>
13. Higgins JP, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomized trials. *BMJ.* 2011;343(oct18 2):d5928. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.d5928>. PMID:22008217.
14. Bourchom W, Hanchumpol P, Jaruchinda P. Comparative study of hearing loss between using and not using 5-Wing type ear protection of thai military training conscripts. *J Med Assoc Thai* 2018;101(7):971-5.
15. Neitzel LR, Andersson M, Eriksson H, Torén K, Andersson E. Development of a job exposure matrix for noise in the Swedish soft tissue paper industry. *Ann Work Expo Health.* 2018;62(2):195-209. <http://dx.doi.org/10.1093/annweh/wxx095>. PMID:29342223.
16. Khairai KM, Salleh NS, Yusoff AR. Occupational Noise Reduction in CNC Stripping Process. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2018;319:1-7. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/319/1/012034>.
17. Tanaś W, Szczepaniak J, Kromulski J, Szymanek M, Tanaś J, Sprawka M. Modal analysis and acoustic noise characterization of a grain crusher. *Ann Agric Environ Med.* 2018;25(3):433-6. <http://dx.doi.org/10.26444/aaem/87154>. PMID:30260195.
18. Saleh S, Woskie S, Bello A. The use of noise dampening mats to reduce heavy-equipment noise exposures in construction. *Saf Health Work.* 2017;8(2):226-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2016.09.006>. PMID:28593081.
19. Prieve K, Rice A, Raynor PC. Compressed air noise reductions from using advanced air gun nozzles in research and development environments. *J Occup Environ Hyg.* 2017;14(8):632-9. <http://dx.doi.org/10.1080/15459624.2017.1316384>. PMID:28718710.
20. Saylor SK, Rabinowitz PM, Cantley LF, Galusha D, Neitzel RL. Costs and effectiveness of hearing conservation programs at 14 US metal manufacturing facilities. *Int J Audiol.* 2017;57:1-9. PMID:29216778.
21. Roberts B, Sun K, Neitzel LR. What can 35 years and over 700,000 measurements tell us about noise exposure in the mining industry? *Int J Audiol.* 2017;56(Suppl. 1):S4-12. <http://dx.doi.org/10.1080/14992027.2016.1255358>. PMID:27871188.
22. Murphy WJ, Flamme GA, Campbell AR, Zechmann EL, Tasko SM, Lankford JE, et al. The reduction of gunshot noise and auditory risk through the use of firearm suppressors and low-velocity ammunition. *Int J Audiol.* 2018;57(sup1):1-14. <http://dx.doi.org/10.1080/14992027.2017.1407459>. PMID:29299940.
23. Aliabadi M, Biabani A, Golmohammadi R, Farhadian M. A study of the real-world noise attenuation of the current hearing protection devices in typical workplaces using Field Microphone in Real Ear method. *Work.* 2018;60(2):271-9. <http://dx.doi.org/10.3233/WOR-182726>. PMID:29865097.
24. Biabani A, Aliabadi M, Golmohammadi R, Farhadian M. Individual fit testing of hearing protection devices based on microphone in real ear. *Saf Health Work.* 2017;8(4):364-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.shaw.2017.03.005>. PMID:29276635.
25. Liu Y, Yang M. Evaluating the effect of training along with fit testing on earmuff users in a Chinese textile factory. *J Occup Environ Hyg.* 2018;15(6):518-26. <http://dx.doi.org/10.1080/15459624.2018.1456662>. PMID:29580200.
26. Gong W, Liu X, Liu Y, Li L. Evaluating the effect of training along with fit testing on foam earplug users in four factories in China. *Int J Audiol.*

- 2019;58(5):269-77. <http://dx.doi.org/10.1080/14992027.2018.1563307>. PMID:30880506.
27. Behar A, Abdoli-Eramasaki M, Mosher S. Field attenuation of individual orchestra Shields. *Can Acoust*. 2018;43(3):15-8.
28. Frederiksen TW, Ramlau-Hansen CH, Stokholm ZA, Grynderup MB, Hansen ÅM, Kristiansen J, et al. Noise-Induced Hearing Loss – A Preventable Disease? Results of a 10-Year longitudinal study of workers exposed to occupational noise. *Noise Health*. 2017;19(87):103-11. PMID:29192620.
29. Collée A, Watelet JB, Vanmaele H, Van Thielen J, Clarys P. Longitudinal changes in hearing threshold levels for noise-exposed military personnel. *Int Arch Occup Environ Health*. 2019;92(2):219-26. <http://dx.doi.org/10.1007/s00420-018-1368-6>. PMID:30382372.
30. Fallah Madvari R, Laal F, Abbasi M, Monazzam MR, Fallah Madvari A. Estimate of the percent reduction of the workers hearing loss by doing a training intervention based on BASNEF Pattern. *Arch Acoust*. 2019;44(1):27-33.
31. Arenas JP, Suter AH. Comparison of occupational noise legislation in the Americas: an overview and analysis. *Noise Health*. 2014;16(72):306-19. <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.140511>. PMID:25209041.
32. Williams W. The epidemiology of noise exposure in the Australian workforce. *Noise Health*. 2013;15(66):326-31. <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.116578>. PMID:23955129.
33. Lie A, Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, Mehlum IS, Nordby KC, et al. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016;89(3):351-72. <http://dx.doi.org/10.1007/s00420-015-1083-5>. PMID:26249711.

Contribuição dos autores

AGS: Participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo. CGM: Participou da coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo. RFG: Participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo. TCM: Participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo.