

**RISCO DE PATOLOGIAS CARDIOVASCULARES INDUZIDAS POR RUÍDOS
OCUPACIONAIS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

***RISK OF CARDIOVASCULAR PATHOLOGIES INDUCED BY OCCUPATIONAL
NOISE: AN INTEGRATIVE REVIEW***

Bethânia Graick Carizio¹
Tânia Silvia Tadini Esteves²
Pedro Henrique Bresqui Carreira³
João Roberto Gomes de Faria⁴
Sérgio Tosi Rodrigues⁵

RESUMO

O excesso de ruído é um importante risco à saúde pública. A literatura evidencia a associação do ruído com diversas patologias cardiovasculares e o crescente número de trabalhadores expostos em todo o mundo. O Objetivo desta investigação foi detectar os efeitos do ruído ocupacional e suas implicações na saúde cardiovascular de trabalhadores industriais. A metodologia utilizada foi a revisão integrativa. As presentes descobertas sustentam a hipótese de que o risco de distúrbios cardiovasculares aumenta com múltiplas exposições relacionadas as fontes de ruído ambientais ou ocupacionais, ao estresse, ou uma combinação de ruído e tensão no trabalho.

Palavras-chave: Ruído Ocupacional. Doenças Cardiovasculares. Saúde do Trabalhador. Condições Ambientais de Trabalho.

ABSTRACT

¹ Doutoranda pelo Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP/ Professora no Centro Universitário UNIFAFIBE - Bebedouro, SP. E-mail: bethanya.carizio@yahoo.com.br

² Mestranda pelo Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP/ Professora no Centro Universitário UNIFAI - Adamantina, SP. E-mail: ttadiniesteves@gmail.com

³ Graduação em Design Gráfico pelo Centro Universitário UNIFAFIBE - Bebedouro, SP. E-mail: pedro.henrique.bresqui@gmail.com

⁴ Professor Doutor no Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP. E-mail: joaofari@faac.unesp.br

⁵ Professor Doutor no Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP. E-mail: srodrigu@fc.unesp.br

Excess noise is a major public health risk. Literature evidences the association among noise with several cardiovascular pathologies and the increasing number of exposed workers worldwide. The objective of this investigation was to detect the effects of occupational noise and its implications on the cardiovascular health of industrial workers. The methodology used was the integrative review. The present findings support the hypothesis that the risk of cardiovascular disorders increases with multiple exposures related to environmental or occupational noise sources, stress, or a combination of noise and stress at work

Keywords: Occupational Noise. Cardiovascular Diseases. Worker's Health. Environmental Working Conditions.

1 INTRODUÇÃO

O excesso de ruído é um importante risco à saúde pública. Relatos de pesquisas relacionadas ao prejuízo do som aos trabalhadores remetem ao início da Revolução Industrial: nesta época, estudiosos encontraram múltiplos transtornos do som à saúde de trabalhadores não só na esfera auditiva, como também psicológica e fisiológica (MIRANDA, 2006).

O som é produzido através de vibrações mecânicas percebidas pelos órgãos de audição humana. Seu deslocamento no meio físico gera compressão e descompressão de moléculas criando ondas sonoras, com frequências características. Normalmente a energia sonora é referenciada por uma relação entre a pressão gerada pela onda e o limiar auditivo, o nível de pressão sonora (NPS), medido em decibels (dB) ponderado por um filtro (A) que reproduz a sensibilidade auditiva em função da frequência. O ruído, por sua vez, remete às vibrações mecânicas desordenadas e não harmônicas, sendo as frequências inconstantes (NEPOMUCENO, 1994; RUSSO, 1999) resultando em sons desagradáveis (GERGES, 1992) ou que prejudicam o entendimento de mensagens. O campo de audibilidade é limitado pelo NPS suportado pelo ouvido humano, 140 dB(A); acima disso pode ocorrer rompimento dos tímpanos. Como referência a um metro de

distância, o ruído de um jato militar pode alcançar 140 dB(A); 100 dB(A) corresponde ao ruído de um trem; 80 dB(A) ao ruído de trânsito e 70 dB(A) a uma conversa (ALVARENGA, 1992). No âmbito do trabalho, a norma NR15 (redação dada pela Portaria nº 3.214, de 08/06/78) prevê um NPS de 85 dB(A) para máxima exposição diária permissível de 8 horas ao trabalhador. A exposição repetida a níveis de ruído entre 80 e 90 dB (A) envolve algum grau de risco ao trabalhador (SAVINA et al, 2012).

A literatura evidencia a associação do ruído com diversas patologias e o crescente número de pessoas expostas em todo o mundo. A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) ocupacional é a implicação mais característica dos distúrbios da saúde relacionada ao ruído e tem sido investigada por pesquisadores de diversos países (AXELSSON, PRASHER, 2000; GOMES, LLOYD, NORMAN, 2002; MERINO, ZAPATA, KULKA, 2006). Porém, na literatura foram encontradas demais distúrbios à saúde, também ocasionados ou agravados pela exposição ao ruído, como: transtornos digestivos e comportamentais (CONCHA-BARRIENTOS; CAMPBELL-LENDRUM; STEENLAND, 2008), aborrecimento psicológico e deterioração do desempenho de trabalhadores (STANSFELD; MATHESON, 2003); distúrbios do sono e irritação ao ruído, (NELSON, 1987; QUIS, 1999; GRIEFAHN et al, 2000; KING; DAVIS, 2003); alteração dos níveis de cortisol sérico (SPRENG,2004) e transtornos cardiovasculares (BABISCH, 2003), além de uma maior incidência de acidentes de trabalho devido a desordens na concentração e vigilância, perturbando o processamento mental na realização de tarefas (DIAS,CORDEIRO, GONÇALVES,2006; PICARD et al, 2008).

O foco do presente estudo está nos efeitos do ruído ocupacional e suas implicações à saúde cardiovascular e, em menor grau, à saúde metabólica de trabalhadores industriais.

O design epidemiológico de grande parte dos estudos investigados permitiu determinar associações de longo prazo do ruído ocupacional com uma série de doenças cardiovasculares e metabólicas, e estudos de séries temporais relataram associações de curto prazo às doenças supracitadas (KERSTEN; BACKÉ, 2015; RECIO et al, 2016).

Os resultados dos inquéritos sobre ruído ocupacional na Alemanha (ROHRBACH, 2009), mostraram que 23,9% da população Alemã ativa são frequentemente expostas ao ruído e 54% delas se sentem sobrecarregadas por ele. Nos Estados Unidos, no ano de 2004, 22,4 milhões (17,2%) de trabalhadores (aproximadamente) foram expostos a ruído ocupacional classificado como nocivo a saúde (TAK , DAVIS, CALVERT, 2004). No Brasil, mais da metade dos trabalhadores industriais são expostos a níveis de ruído acima dos limites legais (GOMES, 1989; SANTOS, SANTOS, 2000).

A exposição ao ruído constitui, portanto, um problema de saúde pública, principalmente no âmbito da Saúde do Trabalhador, problema a ser investigado no escopo da ergonomia ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Há evidências fisiológicas de estudos experimentais e de campo que mostram que os mecanismos subjacentes aos efeitos cardiovasculares do ruído são respostas ao estresse biológico (MCEWEN; STELLAR, 1993; BABISCH, 2003). Em uma situação de crise, de estresse biológico, a divisão do sistema nervoso autônomo simpático (SNAs), região do cérebro responsável em enviar sinais neurais que estimulam a ativação simpática (central e periférica) é o hipotálamo, é ativada imediatamente. A ativação do SNAs causa vasoconstrição no sistema circulatório, elevando a pressão sanguínea e a frequência cardíaca, dilatando brônquios e pupilas e inibindo a digestão, entre outras regulações fisiológicas (DÜNSER; HASIBEDER, 2009). Na situação de ruído pode ocorrer desregulação na promoção do processo aterosclerótico (placas de ateromas- gorduras no interior das artérias) que, em longo prazo, pode causar hipertensão arterial sistêmica e eventos cardiovasculares nocivos a saúde (KERSTEN; BACKÉ, 2015).

Além dos efeitos nocivos do ruído no sistema cardiovascular de trabalhadores, estudos laboratoriais que analisam o efeito de tarefas mentais em combinação com o ruído na pressão sanguínea. Carter e Beh (1989) sugerem que características de trabalho, como a complexidade da tarefa e o esforço necessário para realizá-las, podem modular os efeitos fisiológicos adversos em relação ao ruído. Um estudo sobre determinação de fatores de risco ocupacional cardiovascular

em Israel identificou uma associação de exposição ao ruído com excesso de mortalidade em trabalhadores que realizam trabalhos complexos (MELAMED, FROOM, 2002). Um estudo de caso-controle baseado na população da Suécia descobriu que a combinação de ruído e pressão laboral aumenta o risco de Infarto do Miocárdio (IM) substancialmente (SELANDER et al, 2013). Entende-se que o efeito do ruído pode ser distinto em indivíduos com demandas diferentes de complexidade no trabalho e especialização de habilidades. Por exemplo, em trabalhos com tarefas complexas, uma interferência devido ao ruído pode ser experimentada como um estressor mais adverso do que em trabalhos com tarefas menos complexas. (KERSTEN; BACKÉ, 2015).

2.1 Doenças cardiovasculares

Doenças cardiovasculares (DCVs) são anormalidades encontradas no sistema cardiovascular (*MOSBY'S MEDICAL DICTIONARY, 2009*). As DCVs incluem doenças do coração, doenças vasculares cerebrais e doenças dos vasos sanguíneos. São responsáveis por mais de 17,3 milhões de mortes por ano e são líderes de causas de morte no mundo (World Health Organization, 2008). Estimativas revelam que até o ano de 2020 cerca de 11 milhões de pessoas morrerão de DCVs na América Latina e Caribe; além disso, foi constatado que a mortalidade por DCVs está cada vez mais prematura (ORDÚÑEZ et al., 2001).

Dentre as DCVs está a aterosclerose, um processo patológico que se desenvolve nas paredes de vasos sanguíneos ao longo de muitos anos. As placas de ateroma (formadas por gordura e colesterol) são depositadas dentro do lúmen de vasos (artérias) de diâmetros médios e grandes. Esses depósitos de placas estreitam o lúmen dos vasos dificultando o fluir do sangue neles. Os vasos sanguíneos também se tornam menos flexíveis (arteriosclerose). Eventualmente, a placa pode se romper, provocando a formação de um coágulo sanguíneo. Se o coágulo de sangue se desenvolver em uma artéria coronária, pode causar um Infarto do Miocárdio (IM); se ele se desenvolver em uma região do cérebro, pode causar um acidente vascular cerebral (AVC). Ambos os eventos são derivados da isquemia, que é a falta de sangue aos tecidos adjacentes (WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Revista Hispeci & Lema On-Line*, Bebedouro SP, 9 (1): 36-55, 2018.

2010). Uma definição mais precisa de IM é a demonstração de necrose celular do miocárdio devido à isquemia significativa e sustentada (SHANTHI et al., 2011). Os fatores de risco que promovem o processo de aterosclerose são maus hábitos alimentares, sedentarismo, consumo de álcool e cigarros. Outros fatores de risco, metabólicos, são hipertensão arterial, diabetes, dislipidemias, obesidade e fatores psicológicos, como estresse e depressão, entre outros (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

Além dos fatores de risco mais conhecidos, há evidências amplas de que a exposição ao ruído ocupacional também está ligada a doenças cardiovasculares, sendo mais um fator de risco (BUNDESANSTALT, 1996; KRZYZANOWSKI, 2012). Estudo transversal realizado nas proximidades do aeroporto de Amsterdã detectou alta evidência para a associação entre ruído ambiental e doença cardíaca isquêmica, e um risco relativo de hipertensão de 1,26 (95% IC: 1,14-1,39) por 5 dB (A) de aumento no nível de ruído (VAN KEMPEN et al., 2002).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é evidenciada por índices altos e constantes de pressão arterial, sendo decorrentes de casuísticas multifatoriais. Geralmente integra-se a disfunções estruturais e metabólicas de órgãos vitais, com decorrente elevação do risco de acometimentos de eventos cardiovasculares nocivos a saúde (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2006; WILLIAMS,2010).

A pressão sanguínea é a força que o sangue exerce contra as paredes das artérias, a medida que flui através delas. As artérias são os vasos sanguíneos que transportam sangue oxigenado do coração aos tecidos do corpo. O coração contrai suas cavidades e impulsiona o sangue para as artérias, a esta contração muscular do coração é dado o nome de sístole e o relaxamento da musculatura do coração (cavidades) é denominado diástole. (Mosby's Dental Dictionary, 2009). A pressão considerada normal é menor que 120/80mmHg, entre 120/80mmHg a 129/89mmHg, já é pré-hipertensão e igual ou acima de 140/90 mmHg é considerada hipertensão arterial (MC NAMARA,2003).

Estudos evidenciam a correspondência dos marcadores fisiológicos frente as perturbações do ambiente ruidoso, podendo contribuir para o surgimento da HAS em trabalhadores expostos, bem como demais distúrbios cardiovasculares.

3 METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de uma revisão integrativa com a seguinte questão norteadora: Qual a evidência dos fatos científicos, sobre o efeito do ruído ocupacional e no aparecimento de doenças cardiovasculares em trabalhadores industriais?

A revisão integrativa é definida como um método de avaliação específico que resume literatura empírica ou teórica com estudos de diferentes abordagens (BROOME, 1993) e tem a finalidade de fornecer maior compreensão de um determinado fenômeno ou problema de saúde (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

A busca foi feita através de literatura disponível em bases de dados na internet, por meio da Biblioteca Virtual em Saúde (PubMed), base de dados *Web of Science*, *Science Direct*, portal Capes e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Para a busca de dados, utilizaram-se como descritores: ruído ocupacional, doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, saúde do trabalhador, condições ambientais de trabalho, e suas respectivas traduções para o idioma inglês; realizando o cruzamento entre eles.

Os critérios de inclusão definidos para o estudo foram: artigos, dissertações e teses voltados para a questão norteadora; ser publicado entre o período de 1982 a 2017; em português ou inglês, e estar disponibilizado na íntegra.

A amostra total preliminar da revisão foi de 59 estudos, dos quais apenas seis foram selecionados para compor a discussão e os resultados. Para a seleção destes seis estudos, foi realizada uma investigação rigorosa na avaliação dos dados estatísticos. Nos artigos deveriam constar evidências, sendo provenientes de experimentos controlados randomizados, bem delineados.

Das 53 publicações utilizadas no corpo do artigo, algumas eram de cunho bibliográfico, dissertações e teses e outros experimentais, com dados estatísticos, e/ou variáveis insuficientes, sendo estes integrados na introdução e fundamentação teórica do presente artigo.

A análise e síntese dos dados foram realizadas de forma descritiva, levantando as informações relevantes sobre o conhecimento produzido e o tema explorado na revisão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através desta revisão integrativa foi possível verificar a associação positiva na exposição de níveis elevados de ruídos, podendo desencadear respostas cardiovasculares no trabalhador como aumento da pressão sanguínea, provavelmente mediado pelo aumento da resistência vascular periférica (ANDREN, 1982). Observou-se também que o trabalhador exposto a níveis elevados de ruídos apresenta maiores chances de ter hipertensão arterial do que o não exposto (SOUZA, 2010), mais chances em ser acometido por IM, bem como AVC (KERSTEN N, BACKÉ E, 2015; SELANDER *ET AL* , 2013; FUJINO *ET AL*, 2007; VIRKKUNEN *ET AL* ,2005; GAN *ET AL*, 2011) .

As DCVs causadas pela exposição ao ruído podem ocorrer mais frequentemente em subgrupos suscetíveis dentro das populações, através de agravamento mediado fisiologicamente de condições físicas ou mentais existentes ou por precipitação de complicações (MORRELL et al, 1997).

Para facilitar a compreensão dos resultados, foi elaborada uma tabela compilando as informações mais importantes dos seis estudos elencados como mais confiáveis estatisticamente. Dados como desenho do estudo e modelo estatístico, característica da população pesquisada e as conclusões são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da revisão integrativa

Autor/ Ano	Desenho do estudo/modelo estatístico	Característica da população	Principais resultados	Conclusões
Kersten N, Backé E, (2015)	Caso- Controle (1998-2001) com grupo controle, estimados os níveis diários de exposição por 10 anos, Regressão logística condicional, odds-ratios (ORs) e intervalos de confiança (IC)	1527 casos masculinos e 1527 controles masculino / 353 casos femininos e 706 controles femininos. Riscos ou morbidade de (IM)-(20-69 anos); Estudo alemão	Morbidade do IM Regressão logística condicional (sexo, idade e correspondência hospitalar); OR = 0,89 (0,74, 1,06)	Ao investigar o ruído no local de trabalho em relação às doenças cardiovasculares, é importante levar em conta os requisitos específicos de um trabalho.
Selander <i>et al</i> (2013)	Caso-contrôle (1992-1994), Regressão logística multivariada e odds-ratios (ORs) e intervalos de confiança (IC)	1252 casos e 1798 controles (45-70 anos); Programa de Epidemiologia do Coração de Estocolmo - Suécia	Ruído do trafego (OR) 1,23, IC 95%1,01-1,51), ruído ocupacional (OR 1,17, IC 95% 0,98-1,41) E tensão de trabalho (OR 1,39, IC 95% 1,17-1,65)	O risco de IM aumenta com múltiplas exposições relacionadas ao estresse as fontes de ruído ambientais ou ocupacionais ou uma combinação de ruído e tensão no trabalho.
Gan <i>et al</i> , (2011)	Estudo Transversal (1999-2004)	N = 6307 (≥20 anos), 416 de longo prazo (24 casos) vs 5071 nunca expostos; Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição; Estados Unidos	(OR=2,91; IC95% 1,35 - 6,26) para angina no peito (OR=2,04. IC 95% 1,16 - 3,58) Para DCVs (OR= 2,23; IC 95% 1,21 - 4,12), para hipertensão diastólica isolada	Trabalhadores jovens (< 50 anos) expostos cronicamente ao ruído ocupacional, apresentaram uma prevalência 2-3 vezes maior de angina de peito, IM, DCV, e hipertensão diastólica isolada. Riscos potencializados em homens fumantes.
Fujino <i>et al</i> , (2007)	Estudo de coorte prospectivo/transversal (1988-1990) Hazard Ratio Odds Ratio	14.568 trabalhadores do sexo masculino (40-59 anos);Coesão colaborativa no Japão	Risco de doença hemorrágicas intracerebrais (HR) = 2,38, IC 95%: 1,20, 4,71, p = 0,013)	Indivíduos com hipertensão eram altamente suscetíveis aos efeitos da exposição ao ruído percebido sobre o risco de hemorragia intracerebral
Virkkunen <i>et al</i> .(2005)	Estudo de corte prospectivo (1982-1999) Regressão dos perigos proporcionais de Cox; Cálculo do Risco relativo	6005 homens trabalhadores finlandeses (40-56 anos)	RR para DCV em curto prazo (9 anos) - (RR 1,38; IC 95%: 1,04-1,82) e a longo prazo (18 anos) - (RR 1,54; IC 95%: 1,28-1,86).	No acompanhamento a longo prazo, a exposição ao ruído, especialmente ao ruído impulsivo, foi associada a um aumento significativo, do risco de DCV
Ising <i>et al</i> .(1997)	Controles de casos (não especificado)	Estudos do ruído do trafego em Berlim. Trabalhos por turnos, área habitacional. 395 casos e 2148 controles. Casos 71, controles expostos	Auto relatório Regressão logística; OR=1,4 (1,03, 1,97)	O ruído de trabalho subjetivo parece ser um importante fator de risco para o IM, sendo cerca de o dobro nas mulheres em comparação com os homens.

O estudo de Kersten e Backé (2015) (Tabela 1), realizado na Alemanha, objetivou diferenciar a associação do ruído no infarto do miocárdio (IM) por exigências específicas do trabalho. Primeiramente os participantes responderam a uma entrevista através do computador onde foram registradas histórias médicas, ocupacionais e sociodemográficas. A história ocupacional continha informações sobre o tipo de trabalho, empresa e máquinas / dispositivos utilizados pelos sujeitos do estudo no trabalho durante os 10 anos anteriores. O nível de exposição diária ao som foi estimado para todos os locais de trabalho retrospectivamente por 10 anos a partir de informações sobre locais de trabalho. Para validar essas estimativas, as medições foram realizadas em 146 locais de trabalho existentes. A informação sobre proteção auditiva (tipo e duração do desgaste) foi considerada nas avaliações do nível de pressão sonora "objetivo" ($L_{EX, 8h, obj, hp}$) (ISO 1999). Utilizando estes valores, o nível de exposição ao som de 10 anos foi calculado como um nível de pressão sonora contínuo, equivalente em média nos últimos 10 anos e normalizado ($L_{EX, 10y, obj} / L_{EX, 10y, obj, Hp}$). Nesta investigação foi encontrado uma relação de probabilidade significativa (OR = 2,18; CI_{0,95} = 1,17-4,05) para trabalhadores expostos a maior faixa de ruído, 95-124 dB(A), independentemente da profissão. Nos homens, os efeitos visíveis para a categoria de exposição entre 62 dB(A) e 84 dB(A) foram calculados no grupo de legisladores e funcionários de alto escalão (OR = 1,93; IC_{0,95} = 0,50-7,42); Grupo constituído por profissionais de ciências humanas e profissionais de saúde (OR = 2,18; CI_{0,95} = 0,36-13,1), e o grupo de "trabalhadores de precisão, artesanato, impressão e comércio" (OR = 2,67; IC_{0,95} = 0,54-13,0). Na faixa de exposição de 85-94 dB(A), as OR foram calculadas para "trabalhadores especializados em agricultura, pescaria e silvicultura" (OR = 4,31; IC_{0,95} = 0,56-33,3). Nas mulheres em diversas profissões, para uma exposição ao ruído entre 62 dB(A) e 84 dB(A) no geral existem (OR = 2,43; IC_{0,95} = 0,12-50,0),

O estudo de Selander et al (2013) (Tabela 1) teve como investigação avaliar a relação da tensão do trabalho, ruído do trânsito e a incidência do ruído ocupacional no risco do Infarto do Miocárdio (IM). A metodologia aplicada foi de estudo de caso-controle, o local foi o condado de Estocolmo, na Suécia, durante os anos de 1992–1994. Os critérios de diagnóstico para inclusão de casos foram os aplicados pela

Associação Sueca de Cardiologistas e incluíram certos sintomas, alterações especificadas no sangue e / ou eletrocardiograma (ECG) ou necrose miocárdica detectada na autópsia que poderia estar relacionada ao momento relevante de início da doença. Foram incluídos apenas sujeitos com eventos de IM pela primeira vez, os quais responderam a um questionário e foram submetidos a uma avaliação física. A exposição residencial ao ruído do tráfego rodoviário baseou-se no histórico residencial, integrados às informações sobre a intensidade do tráfego e as distâncias das estradas próximas. A exposição ao ruído ocupacional foi avaliada pela história ocupacional combinada a matriz de exposição do trabalho (JEM) para avaliar a exposição ao ruído ocupacional, o JEM foi derivado de medições realizadas em clínicas de medicina do trabalho e unidades de serviços de saúde ocupacional na Suécia durante o período de 1970-2004. O JEM inclui 320 ocupações e foi baseado em até 35 medidas diferentes por ocupação (SELANDER et al , 2013). A exposição estimada para cada ocupação dos sujeitos do estudo foi categoricamente codificada como <75, 75-84 ou ≥ 85 dB ($L_{Aeq, 8h}$). Os indivíduos foram classificados como sendo expostos ao ruído se tivessem uma exposição ocupacional > 75 dBA por mais de 1 ano. A tensão do trabalho baseou-se em questões relativas às demandas psicológicas e às tomadas de decisão. Um total de 3050 participantes (1252 casos e 1798 controles) foi incluído neste estudo. Os resultados mostraram risco aumentado de IM entre os participantes expostos ao ruído do tráfego rodoviário (OR = 1,23; IC₉₅ = 1,01-1,51), ruído ocupacional (OR 1,17; IC₉₅ = 0,98-1,41) e tensão de trabalho (OR = 1,39, IC₉₅ = 1,17-1,65). Os participantes expostos a um, dois ou três desses fatores mostraram um risco aumentado (OR = 1,16; IC₉₅ = 0,97-1,40, OR = 1,57; IC₉₅ = 1,24-1,98 e OR = 2,27; IC₉₅ = 1,41-3,64, respectivamente). A exposição a dois ou três desses fatores ocorreu entre cerca de 20% dos controles.

Para o estudo transversal de Gan et al (2011), (Tabela 1) foi utilizada uma amostra representativa dos EUA 6307 participantes do National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004, com idade ≥ 20 anos e empregados no momento da entrevista, para examinar associações de exposição ao ruído ocupacional com Doenças Cardiovasculares (DCV) e hipertensão arterial sistêmica (HAS). Elencou-se uma avaliação de exposição ao ruído baseada na exposição auto-relatada ao ruído no local de trabalho. Em comparação com os participantes nunca expostos, sujeitos

cronicamente expostos ao barulho ocupacional apresentaram uma prevalência 2 a 3 vezes maior de angina de peito, IM, DCV e hipertensão diastólica isolada (aumento na pressão arterial somente na fase diastólica, na contração do músculo cardíaco). Após o ajuste para várias covariáveis, os odds ratios para angina de peito, doenças cardíacas coronarianas (DCC) e hipertensão diastólica isolada foram (OR=2,91; IC95% 1,35 - 6,26), OR=2,04. IC 95% 1,16 - 3,58) e (OR= 2,23; IC 95% 1,21 - 4,12), respectivamente. Havia relações claras de exposição-resposta para as associações observadas. Associações de exposição ao ruído com angina de peito, IM e DCV, foram particularmente fortes para participantes com idade <50 anos, homens e fumantes atuais. Não houve aumento significativo nos níveis de biomarcadores cardiovasculares, incluindo lipídios no sangue e mediadores inflamatórios circulantes associados à exposição ao ruído.

O estudo de Fujino *et al* (2007) (Tabela 1) examinou prospectivamente a associação entre percepção de exposição ao ruído no trabalho e doenças cerebrovasculares (DCV) entre trabalhadores japoneses do sexo masculino nos anos de 1988 e 1990. Foram analisados 14.568 homens livres de DCV (faixa etária: 40-59 anos). Todos os participantes responderam a um questionário incluindo uma pergunta sobre exposição ao ruído percebida no trabalho. O Cox, modelo de riscos proporcionais, foi usado para estimar os riscos de percepção de exposição ao ruído por morte devido a DCV. O modelo inclui verificação dos respondentes sobre a idade, se é tabagista, o consumo de álcool, nível educacional, estresse mental percebido, histórico médico, índice de massa corporal, horas de exercício e tipo de trabalho. Dos 14.568 trabalhadores entrevistados, 5.405 (37,1%) relataram exposição ao ruído no trabalho. Em comparação ao grupo dos não expostos ao ruído, no grupo exposto, houve maior prevalência de ocorrências de infarto do miocárdio (0,9 vs 1,4%), sendo que destes (54,5 vs 58,7%) eram tabagistas, trabalhavam em turnos com trabalhos braçais, baixa escolaridade e elevados níveis de estresse (26,6 vs 35,5%). Contudo, neste estudo a exposição ao ruído não aumentou o risco de DCVs, subaracnóide hemorragia ou infarto cerebral, porém aumentou em duas vezes o risco de doença hemorrágicas intracerebrais (hazard ratio HR = 2,38; IC₉₅ = 1,20-4,71; p = 0,013). Foi verificado que indivíduos com

hipertensão eram altamente suscetíveis aos efeitos da exposição ao ruído percebido sobre o risco de hemorragia intracerebral.

O objetivo do estudo de Virkkunen *et al* (2005) (Tabela 1) foi investigar os efeitos a curto e a longo prazo da exposição ao ruído ocupacional contínuo e impulsivo (80-85 dB) sobre o risco de DCV. Seis mil e cinco homens trabalhadores da Finlândia, com idade de 40-56 anos e a maioria (72,3%) trabalhadores de colarinho azul, participaram de um estudo prospectivo com acompanhamento de 18 anos. As quatro maiores categorias ocupacionais representadas foram trabalhadores de fábrica de celulose, de papel, serrarias e operadores de empilhadeira. Os riscos relativos (RR) da DCV e os intervalos de confiança de 95% para exposição ao ruído foram calculados a partir dos modelos de risco proporcional da Cox com ajuste para alguns outros fatores de risco de DCV. O risco relativo de curto prazo (9 anos de acompanhamento) de DCV para o ruído combinado (ruído contínuo superior a 80 decibéis e ruído de impulso) foi de (RR = 1,38; IC₉₅ = 1,04-1,82) e a longo prazo (18 anos de acompanhamento) foi (RR = 1,54; IC₉₅ = 1,28-1,86). Para os trabalhadores de colarinho azul, as estimativas correspondentes foram (RR = 1,11; IC₉₅ = 0,82-1,51) e (RR = 1,29; IC₉₅ = 1,05-1,57). No acompanhamento a longo prazo, a exposição ao ruído, especialmente ao do tipo impulsivo, foi associada a um aumento moderado, mas estatisticamente significativo, do risco de DCV que persistiu mesmo depois que os trabalhadores tiveram a idade de aposentadoria. No final dos 18 anos de acompanhamento, foram diagnosticados 1166 casos de doenças coronarianas, destes 164 foram fatais.

No estudo de Ising, *et al* (1997) (Tabela 1) a hipótese foi de que o estresse induzido pelo ruído crônico aumenta o risco de IM foi testado em um estudo caso-controle. A relação entre a exposição subjetiva do ruído do trabalho e o risco de IM também foi avaliada. 395 trabalhadores (31-65 anos) foram comparados a 2148 controles de uma amostra de população aleatória, na Alemanha. O risco relativo de IM – ajustado para variáveis de controle (tabagismo, idade, status social, entre outros) – aumentou significativamente e de forma constante com a intensidade do ruído do trabalho. A exposição ao ruído de trabalho subjetivo foi o segundo maior fator de risco para o IM após o tabagismo. O risco relativo de IM foi

aproximadamente o dobro nas mulheres em comparação com os homens. A duração da exposição ao ruído, neste estudo, não foi avaliada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada indica que o mecanismo biológico da relação entre exposição ao ruído e efeitos cardiovasculares parece plausível, mas é bastante complexo. As presentes descobertas sustentam a hipótese de que o risco de IM e demais distúrbios cardiovasculares aumenta com múltiplas exposições relacionadas ao estresse, as fontes de ruído ambientais ou ocupacionais, ou uma combinação de ruído e tensão no trabalho.

Apesar das discrepâncias metodológicas e das limitações dos estudos incluídos, o ruído ocupacional parece ser um fator de risco para a morbidade do DCV. Os resultados sugeriram maior risco de mortalidade por DCV apenas entre subgrupos vulneráveis. No entanto, mesmo sob pressupostos conservadores, sugere-se que os trabalhadores expostos a alto ruído ocupacional devam ser considerados com maior risco de DCV e rotineiramente testados para outros fatores de risco cardiovascular como a HAS, por exemplo. São necessárias mais evidências para quantificar esse efeito prejudicial e entender como esse risco pode ser gerenciado.

Os resultados desta revisão nos dão uma melhor ideia do impacto do ruído ocupacional na saúde cardiovascular. É pertinente destacar a heterogeneidade em metodologias de diferentes estudos, dificultando a construção de dados confiáveis. Os estudos sobre o ruído ocupacional precisam verificar uma avaliação adequada da exposição através de uma combinação de dosimetria de ruído, histórico de trabalho detalhado e exposição percebida. Ao se investigar o ruído no local de trabalho em relação às doenças cardiovasculares, é importante levar em conta os requisitos específicos de um trabalho. Assim, podem ser identificadas tarefas de trabalho com altos riscos para a saúde, indicando possíveis estratégias de prevenção adequadas.

Pesquisas futuras na área de ergonomia precisam se concentrar não só na exploração do ruído como fator de risco para DCV, mas também na elaboração de

diferentes tipos de intervenções e dispositivos contra o ruído e os danos fisiológicos e psicofísicos que esta perturbação ambiental pode acarretar ao trabalhador.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Luiz Gonzaga. **Breve Tratado sobre o Som e a Música**. 1ª. Edição: CERNE, Goiás. 1992.

ANDREN L, LINDSTEDT G, BJORKMAN M, BORG KO, HANSSON L. **Effect of noise on blood pressure and 'stress' hormones**. Clin Sci (Lond). 1982; 62(2):137-41.

AXELSSON, A.; PRASHER, D. Tinnitus induced by occupational and leisure noise. Noise & Health. 2000, 2(8): 47-54.

BABISCH W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. **Noise Health**. 2003; 5: 1-11. [PubMed]

BROOME ME. Integrative literature reviews for the development of concepts. In: Rodgers BL, Knafel KA, editors. Concept development in nursing. Philadelphia: **Saunders**; 1993. p. 231-50.

BUNDESANSTALT Für **Arbeitsmedizin**. **Noise at the work-place and cardiovascular diseases** (in German). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, Tagungsbericht 12. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven ed. (1996), pp4

CAUSES OF DEATH WORLD HEALTH ORGANIZATION, Geneva, http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/cod_2008_sources_methods.pdf.

CARTER NL, BEH HC. The effect of intermittent noise on cardiovascular functioning during the performance of the surveillance task. **Psychophysiology**. 1989; 26 : 548-59.[[PubMed](#)]

CONCHA-BARRIENTOS, M.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; STEENLAND, K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. WHO **Environmental Burden of Disease Series**. Geneva: World Health Organization, n.9, 2004. 40p. Disponível em: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/9241591927/en/. Acesso em: 15/10/2008.

DIAS, A.; CORDEIRO, R; GONÇALVES, C. G. O. Exposição ocupacional ao ruído e acidentes do trabalho. **Cadernos de Saúde Pública**. 2006, 22(10): 2125- 30.

Revista Hispeci & Lema On-Line, Bebedouro SP, 9 (1): 36-55, 2018.

ISSN n. 1980-2536 - unifafibe.com.br/hispecielemaonline/

DIAS, A.; CORDEIRO, R.; CORRENTE, J. E.; GONÇALVES, C. G. O. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. **Cadernos de Saúde Pública**. 2006, 22(1): 63-8.

DUNSER, M. W., & HASIBEDER, W. R. Sympathetic overstimulation during critical illness: Adverse effects of adrenergic stress. **Journal of Intensive Care Med**, 24(5), 2009. 293-316. doi: 10.1177/0885066609340519

DZHAMBOV, A. M., & DIMITROVA, D. D.. Occupational Noise and Ischemic Heart Disease: A Systematic Review. **Noise & Health**, 18(83),(2016) 167–177. Disponível em <<http://doi.org/10.4103/1463-1741.189241>> Acesso em 25 junho, 2017.

FUJINO Y, ISO H, TAMAKOSHI A JACC STUDY GROUP. A prospective cohort study of perceived noise exposure at work and cerebrovascular diseases among male workers in Japan. **J Occup Health**. 2007;49:382–8. [PubMed]. Disponível em < http://joh.sanei.or.jp/pdf/E49/E49_5_06.pdf>. Acesso 25 jun 2017.

GAN WQ, DAVIES HW, DEMERS PA. Exposure to occupational noise and cardiovascular disease in the United States: The National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. **Occup Environ Med**. 2011;68:183–90. [PubMed]. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20924023>>. Acesso 21 juho, 2017.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. Florianópolis: UFSC, 1992. 600p.

GRIEFAHN B, SCHUEMER-KOHR S A, SCHUEMER R, MOEHLER U, MEHNERT P. Physiological, subjective, and behavioral responses during sleep to noise from rail and road traffic. **Noise & Health**. 2000; 3 (9):59–71.[[PubMed](#)]

GOMES, J.; LLOYD, O.; NORMAN, N. The health of the workers in a rapidly developing country: effects of occupational exposure to noise and heat. **Occupational Medicine**. 2002, 52(3): 121-8.

GOMES, J. R. Saúde de trabalhadores expostos ao ruído. In: Fischer, F. M. (Org.) **Tópicos de Saúde do Trabalhador**. São Paulo: Hucitec, 1989. p.157-180.

ISING H, BABISCH W, KRUPPA B, LINDTHAMMER A, WIENS D. Subjective work noise: A major risk factor in myocardial infarction. **Soz Präventivmed**. 1997;42:216–22. [PubMed]. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5187658/>>. Acesso 25 e julho, 2017.

KERSTEN N, BACKÉ E. Occupational noise and myocardial infarction: Considerations on the interrelation of noise with job demands. **Noise Health**. 2015;17:116–22. Disponível em< <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2015;volume=17;issue=75;spage=116;epage=122;aulast=Kersten>>. Acesso 15 jun, 2017.

Revista Hispeci & Lema On-Line, Bebedouro SP, 9 (1): 36-55, 2018.

ISSN n. 1980-2536 - unifafibe.com.br/hispecielemaonline/

KING, R. P.; DAVIS, J. R. Community noise: health effects and management. **International journal of hygiene and environmental health**. 2003, 206(2): 123-31.

KRZYZANOWSKI, J. Environmental pathways of potential impacts to human health from oil and gas development in northeast British Columbia, Canada. **Environmental Reviews**. 2012; 20(2): 122-13 [[Pubmed](#)]

MC NAMARA Damian. Obesity behind the rise in the incidence of primary hypertension. **News of family practice**. 1 de abril de 2003: 45-51.

MCEWEN BS, STELLAR E. Stress and the individual. Mechanisms that lead to diseases. **Arch Intern Med**. 1993; 153: 2093-101. [[PubMed](#)]

MELAMED S, FROOM P. The combined effect of exposure to industrial noise and the complexity of work on all-cause mortality - The CORDIS study. **Noise Health**. 2002; 4 : 23-31. [[PubMed](#)]

MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVAO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto contexto - enferm.**, Florianópolis , v. 17, n. 4, p. 758-764, Dec. 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072008000400018&lng=en&nrm=iso>. access on 21 July 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>.

MERINO, F. O.; ZAPATA, F. O.; KULKA, A. F. Ruido laboral y su impacto em salud. **Ciencia & Trabajo**. 2006, 8(20): 47-51.

MIRANDA, J. R. C. Ruído: Efectos sobre la salud y critério de su evaluación al interior de recintos. **Ciencia & Trabajo**. 2006, 8(20): 42-6.

MORRELL S, TAYLOR R, LYLE D. A review of health effects of aircraft noise. **Aust NZ J Public Health** .1997, 21(2):221–236 .

MOSBY'S DENTAL DICTIONARY, 9th edition. **Elsevier**, 2009. **ISBN: 9780323168151**

MOSBY'S MEDICAL DICTIONARY, Cardiovascular Disease. 8th edition. (2009). Retrieved October 15 2017 from <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/cardiovascular+disease>

NELSON PM. Transportation noise reference book. **Cambridge: butterworths**; 1987.

NR15, Anexo 1, redação dada pela Portaria nº 3.214, de 08/06/78. Disponível em <http://www.isegnet.com.br/siteedit/site/cursos/Laudo_Tecnico_Ruido_Ocupacional/atuais/anexo1.htm> acesso 14 out, 2017.

Savina, NV e Smal, MP e Kuzhir, TD e Ershova-Pavlova, AA e Goncharova, RI. **Response to DNA damage associated with occupational exposure, age and chronic inflammation in workers in the automotive industry**. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*. 2012; 748 (1-2): 21-28 [[Pubmed](#)]

Revista Hispeci & Lema On-Line, Bebedouro SP, 9 (1): 36-55, 2018.

ISSN n. 1980-2536 - unifafibe.com.br/hispecielemaonline/

NEPOMUCENO, L. A. **Elementos de acústica e psicoacústica**. São Paulo: Edgar Blucher. 1994. 104p.

ORDÚÑEZ P, SILVA LC, RODRÍGUEZ MP, ROBLES S. Prevalence estimates for hypertension in Latin America and the Caribbean: are they useful for surveillance? *Rev Panam Salud Pública*. 2001;10(4):226-31.

OUIS D. Exposure to nocturnal road traffic noise: Sleep disturbance its after effects. **Noise Health**. 1999; 1 :11–36. [[PubMed](#)]

PICARD, M.; GIRARD, S. A.; SIMARD, M.; LAROCQUE, R.; LEROUX, T.; TURCOTTE, F. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240,000 person-years of observation. **Accident Analysis and Prevention**. 2008, 40(5): 1644-52. 29. POWAZKA, E.; PAW

RECIO A, LINARES C, BANEGAS JR, DÍAZ J. **Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms**. 2016; 146:359–70. [PubMed]

RESOLUTION. **WHA61.14. WHO 2008–2013 Action plan for the global strategy for prevention and control of noncommunicable diseases**. Geneva, World Health Organization, 2008.

ROHRBACH Schmidt. D. BIBB / IAB and BIBB-BAuA Surveys of the Working Population on Qualification and Working Conditions in Germany. **Manual of data and methods** nº 1/2009 Bonn: BIBB-FDZ. 2009.

RUSSO, I. C. P. **Acústica e psicoacústica aplicada à Fonoaudiologia**. 2 ed. São Paulo: Lovise, 1999. 263p.

SANTOS, U. P.; SANTOS, M. P. Exposição a ruído: efeitos na saúde e como preveni-los. *Cadernos de Saúde do Trabalhador*. São Paulo: Instituto Nacional de Saúde no Trabalho, 2000. 30p. 54

SELANDER J, BLUHM G, NILSSON M, HALLQVIST J, THEORELL T, WILLIX P, et al. Exposure to occupational noise and cardiovascular disease in the United States: The National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. **Scand J Work Environ Health**. 2013; 39 : 195-203. [[PubMed](#)]

SELANDER J, BLUHM G, NILSSON M, HALLQVIST J, THEORELL T, WILLIX P, PERSHAGEN G. Joint effects of job strain and road-traffic and occupational noise on myocardial infarction. **Scand J Work Environ Health**. 2013;39:195–203.

Disponívem em <

https://www.jstor.org/stable/23558252?seq=1#page_scan_tab_contents> . Acesso 22 juho, 2017.

SHANTHI Mendis, KRISTIAN Thygesen, KARI Kuulasmaa, SIMONA Giampaoli, MARKKU Mähönen, KATHLEEN Ngu Blackett, LIU Lisheng, Writing group on behalf of the participating experts of the WHO consultation for revision of WHO definition of myocardial infarction; World Health Organization definition of myocardial infarction: 2008–09 revision. *Int J Epidemiol*. 2011; 40 (1): 139-146. doi: 10.1093/ije/dyq165

SHANTHI MENDIS; PEKKA PUSKA; BO NORRVING; WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global Atlas on Cardiovascular Disease Prevention and Control* (2011). [S.l.]: World Health Organization in collaboration with the World Heart Federation and the World Stroke Organization. pp. 3–18. ISBN 978-92-4-156437-3

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. **V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão**. Arq Bras Cardiol .2006, Fev: 1-48

SOUZA TCF. **Exposição a ruído e hipertensão arterial: investigação de uma relação silenciosa** [dissertação]. Rio de Janeiro: Fundação Osvaldo Cruz; 2010.

SPRENG, M. Noise induced nocturnal cortisol secretion and tolerable overhead flights. *Noise & Health*. 2004, 6(22): 35-47.

STANSFELD SA, MATHESON MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull*. 2003; 68 :243–257. doi: 10.1093/bmb/ldg033.[PubMed] [Cross Ref]

TAK S, DAVIS RR, CALVERT GM. **Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workerse NHANES, 1999-2004**. Am J Ind Med 2009;52:358e71.

VAN KEMPEN EE, KRUIZE H, BOSHUIZEN HC, AMELING CB, STAATSEN BA, DE HOLLANDER AE. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: A meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 2002;110:307–17. [PMC free article] [PubMed]. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11882483>>. Acesso 10 julh.2017.

VIRKKUNEN H, KAUPPINEN T, TENKANEN L. Long-term effect of occupational noise on the risk of coronary heart disease. *Scand J Work Environ Health*. 2005;31:291–9. [PubMed] . Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16161712>>.Acesso 25 julho, 2017.

WILLIAMS B. **The year in hypertension**. JACC 2010; 55(1): 66-73.

WHO. Community Noise, **Environmental Health Criteria Document**.Copenhagen, Denmark: World Health Organisation; 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Prevention of cardiovascular disease: Guidelines for assessment and management of cardiovascular risk**. Geneva, WHO, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The global burden of disease: 2004 update.** Geneva World Health Organization, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks.** Geneva, WHO, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases.** Geneva, WHO, 2010.

Recebido em 02/07/2018

Aprovado em 22/10/2018