

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Faculdade de Medicina  
Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública

Fernanda Abalen Martins Dias

**PREVALÊNCIA DO INCÔMODO PROVOCADO PELO RUÍDO URBANO E SUA  
RELAÇÃO COM FATORES INDIVIDUAIS, SOCIODEMOGRÁFICOS E  
ATRIBUTOS DA VIZINHANÇA**

Belo Horizonte

2021

Fernanda Abalen Martins Dias

**PREVALÊNCIA DO INCÔMODO PROVOCADO PELO RUÍDO URBANO E SUA  
RELAÇÃO COM FATORES INDIVIDUAIS, SOCIODEMOGRÁFICOS E  
ATRIBUTOS DA VIZINHANÇA**

**Versão final**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Saúde Pública.

Orientadora: Profa. Dra. Amélia Augusta de Lima Friche

Coorientadora: Profa. Dra. Waleska Teixeira Caiaffa

Belo Horizonte

2021

Dias, Fernanda Abalen Martins.

D541p Prevalência do incômodo provocado pelo ruído urbano e sua relação com fatores individuais, sociodemográficos e atributos da vizinhança [manuscrito]. / Fernanda Abalen Martins Dias. - - Belo Horizonte: 2022.

107f.: il.

Orientador (a): Amélia Augusta de Lima Friche. Coorientador (a): Waleska Teixeira Caiaffa.

Área de concentração: Saúde Pública.

Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE PÚBLICA

#### ATA DA DEFESA DE TESE DO ALUNO

**FERNANDA ABALEN MARTINS DIAS**

Às 10:00 horas do dia 28 de maio de 2021, através de transmissão por videoconferência pela Plataforma ZOOM (**Link da reunião no ZOOM: <https://us02web.zoom.us/j/85779702931?pwd=REJoMTJ2VUt3WUpnVWxUUVVUuVGFTZz09>**), realizou-se a sessão pública para a defesa da Tese de **FERNANDA ABALEN MARTINS DIAS**. A presidência da sessão coube a **Professora Amélia Augusta de Lima Friche**, orientadora. Inicialmente, a presidente fez a apresentação da Comissão Examinadora assim constituída: **Prof(a). Waleska Teixeira Caiiffa - Coorientadora (UFMG), Prof(a). Stela Maris Aguiar Lemos (UFMG), Prof(a). Sirley Alves da Silva Carvalho (UFMG), Prof(a). Amanda Cristina de Souza Andrade (UFMT), Prof(a). Karina Mary Paiva (UFSC) e Prof(a). Stelamaris Rolla Bertoli (Eng. Civil /UNICAMP)**. Em seguida, o(a) candidato(a) fez a apresentação do trabalho que constitui sua Tese de Doutorado, intitulada: "**PREVALÊNCIA DO INCÔMODO PROVOCADO PELO RUÍDO URBANO E SUA RELAÇÃO COM FATORES INDIVIDUAIS, SOCIODEMOGRÁFICOS E ATRIBUTOS DA VIZINHANÇA**". Seguiu-se a arguição pelos examinadores e logo após, a Comissão reuniu-se, sem a presença do candidato e do público e decidiu considerar **aprovada a Tese de Doutorado**. O resultado final foi comunicado publicamente ao(à) candidato(a) pela presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, depois de lida, se aprovada, será assinada pela Comissão Examinadora.

**Belo Horizonte, 28 de maio de 2021.**

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Cristina de Souza Andrade, Usuário Externo**, em 31/05/2021, às 11:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Stelamaris Rolla Bertoli, Usuário Externo**, em 31/05/2021, às 13:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karina Mary de Paiva, Usuário Externo**, em 31/05/2021, às 13:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amelia Augusta de Lima Friche, Professora do Magistério Superior**, em 31/05/2021, às 15:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sirley Alves da Silva Carvalho, Membro**, em 31/05/2021, às 16:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Stela Maris Aguiar Lemos, Professora do Magistério Superior**, em 31/05/2021, às 19:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Waleska Teixeira Caiiffa, Coordenador(a)**, em 08/06/2021, às 14:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0754024** e o código CRC **B1A2CFC7**.

*Para Laila,  
Minha inspiração e saudade sem fim.*

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Guta, pelo incentivo, disponibilidade, aprendizado, confiança e amizade;

À professora Waleska Teixeira Caiaffa, pelo aprendizado e pela confiança;

Ao professor Victor Mourthé Valadares;

Aos membros da banca, pela disponibilidade e valorosas contribuições;

Aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública;

Aos colegas do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte;

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais pela concessão do Programa Permanente de Capacitação Docente;

Aos amigos e colegas da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, em especial às colegas do Departamento de Fonoaudiologia;

Aos meus familiares e amigos;

Ao meu irmão Leno e minhas sobrinhas Karen e Érika;

Ao meu cunhado Alex e minha cunhada Raquel;

À minha afilhada Isabela;

Às minhas irmãs Adriana e Rogéria, pelo cuidado, carinho, apoio e incentivo;

À Jade, fiel escudeira, sempre ao meu lado;

Ao Adriano, meu amor, pelo carinho, cumplicidade, companheirismo, incentivo e apoio;

Aos meus falecidos pais, Laila e Geraldo, cujos ensinamentos e valores continuam vivos e jamais serão esquecidos;

À Deus, pelo dom da vida!

*“Now I will do nothing but listen,  
To accrue what I hear into this song, to let sounds contribute toward it.  
...I hear the sound I love, the sound of the human voice,  
I hear all sounds running together, combined, fused or following,  
Sounds of the city and sounds out of the city, sounds of the day and night...  
The heave'e'yo of stevedores unlading ships by the wharves, the refrain of the  
anchor- lifters,  
The ring of alarm-bells, the cry of fire, the whirr of swift-streaking engines and hose-  
carts with premonitory tinkles and color'd lights,  
The steam whistle, the solid roll of the train of approaching cars...”*

(Walt Whitman: Song of myself)

## RESUMO

A urbanização é um processo irreversível, complexo e definitivo, que especialmente nos países em desenvolvimento, ocorre com o crescimento desordenado e não planejado das cidades. As mudanças sociodemográficas relacionadas a este processo revelam vulnerabilidade diferenciada às exposições típicas do ambiente urbano, entre elas o ruído. Estudos tem utilizado diferentes métodos de investigação para avaliar as fontes geradoras de ruído no ambiente urbano e medidas para seu controle. No entanto, o controle e monitoramento do ruído urbano ainda é um desafio, principalmente no Brasil. O primeiro objetivo foi investigar a associação entre o incômodo provocado pelo ruído com fatores individuais e sociodemográficos e a autopercepção de vizinhança no município de Belo Horizonte (Artigo 1); o segundo objetivo foi analisar a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança (Artigo 2). O Artigo 1 teve como fonte de informações o inquérito domiciliar “Saúde em Beagá” (SBH), realizado no período de 2008 a 2009, em dois dos nove distritos sanitários de Belo Horizonte. O inquérito teve delineamento amostral probabilístico, estratificado em conglomerados em três estágios: setor censitário, domicílio e um residente de 18 anos ou mais. A coleta dos dados foi realizada por meio de entrevista com a participação de 4.048 indivíduos. Para este estudo, foram excluídos os participantes que referiram deficiência auditiva, surdez parcial, surdez total e que não responderam ao desfecho, resultando em uma amostra final de 3.934 indivíduos. A variável resposta foi a autopercepção do ruído na vizinhança investigada pela pergunta: “Em relação à sua vizinhança, o barulho te incomoda você?”. As variáveis explicativas foram agrupadas nos seguintes domínios: sociodemográfico, determinantes sociais, autoavaliação de saúde e autorrelato de doenças. Para avaliar as associações investigadas, foram considerados modelos de regressão logística multinível simples e múltipla. O Artigo 2 teve como fonte de informações a Observação Social Sistemática (OSS), realizada em 2011, nas mesmas áreas geográficas do estudo SBH. A variável desfecho foi o nível de pressão sonora (NPS) mensurado em 142 vizinhanças, e as exposições foram o Índice de Vulnerabilidade à Saúde (IVS), fontes de ruídos e indicadores e atributos da vizinhança. As medições dos NPS, foram realizadas conforme preconizado pela norma 10151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no período da



tarde. Os tipos de ruídos percebidos pelo observador no momento da observação foram agrupados em categorias a partir da análise de componentes principais. Os atributos da vizinhança foram analisados a partir dos indicadores compostos da OSS. Para análise dos dados foi realizada regressão linear univariada e regressão linear multivariada. O Artigo1 revelou que a prevalência do incômodo ao ruído foi elevada tanto para as mulheres (47,0%) quanto para os homens (39,8%), sendo independentemente associada, ao nível da vizinhança, com a percepção da presença de trânsito ruim, música alta, discussões e festas até tarde, para homens e mulheres. Para as mulheres, a percepção do ruído como incômodo esteve associada também ao autorrelato de alterações digestivas (OR=1,52; IC=1,10-2,11) e qualidade do sono ruim (OR=1,66; IC=1,31-2,11). Não foi observada associação entre a percepção do ruído como incômodo e o Índice de Vulnerabilidade à Saúde (IVS). O Artigo 2 revelou valores de NPS mais elevados nas vizinhanças com IVS médio (coeficiente= 3,37), nas quais foram identificadas maior presença de fontes de ruído de veículos (coeficiente= 1,91) e condições de rua e itens de trânsito (coeficiente= 1,73). NPS menos elevados foram mensurados em vizinhanças na quais foram identificadas maior presença de fontes de ruído provenientes de pessoas (coeficiente= -1,48) e animais (coeficiente= -1,60). O presente estudo apresenta dados relevantes ao revelar a alta prevalência do incômodo ao ruído independentemente do IVS e ao identificar que mulheres são afetadas de maneira diferente por este incômodo. Contribui ainda ao identificar o trânsito como a fonte de ruído associada aos NPS mais elevados e ao incômodo ao ruído. Estes resultados podem contribuir para o planejamento de intervenções que visem reduzir os níveis de ruído e seus impactos na saúde e bem-estar dos residentes do município de Belo Horizonte.

**Palavras-chave:** Ruído. Saúde Urbana. Desigualdades em Saúde Ambiental. Vulnerabilidade. Ambiente Construído. Vizinhança. Incômodo. Percepção Auditiva.

## ABSTRACT

Urbanization is an irreversible, complex and definitive process, which, especially in developing countries, occurs with the disorderly and unplanned growth of cities. Sociodemographic changes related to this process reveal different vulnerability to typical urban environment exposures, including noise. Studies have used different investigation methods to evaluate sources that generate noise in the urban environment and measures for their control. However, the control and monitoring of urban noise is still a challenge, especially in Brazil. The first objective was to investigate the association between discomfort caused by noise with individual and sociodemographic factors and self-perceived neighborhood in the city of Belo Horizonte (Article 1); the second objective was to analyze the relationship between measured sound pressure levels, their generating sources and the attributes of the neighborhood (Article 2). Article 1 had as source of information the household survey “Saúde em Beagá” (SBH), carried out from 2008 to 2009, in two of the nine health districts of Belo Horizonte. The survey had a probabilistic sample design, stratified into clusters in three stages: census tract, domicile and a resident aged 18 or over. Data collection was carried out through an interview with the participation of 4,048 individuals. For this study, participants who reported hearing impairment, partial deafness, total deafness and who did not respond to the outcome were excluded, resulting in a final sample of 3,934 individuals. The response variable was the perception of noise in the neighborhood investigated by the question: “In relation to your neighborhood, does noise bother you?”. The explanatory variables were grouped in the following domains: sociodemographic, social determinants, self-rated health and self-reported diseases. To evaluate the investigated associations, simple and multiple multilevel logistic regression models were considered. Article 2 had as a source of information the Systematic Social Observation (OSS), carried out in 2011, in the same geographical areas of the SBH study. The outcome variable was the sound pressure level (SPL) measured in 142 neighborhoods, and the exposures were the Health Vulnerability Index (IVS), sources of noise and indicators and attributes of the neighborhood. The SPL measurements were carried out as recommended by standard 10151 of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), in the afternoon. The types of noise perceived by the observer at the time of observation were grouped

into categories based on Principal Component Analysis. Neighborhood attributes were analyzed using OSS composite indicators. For data analysis, univariate linear regression and multivariate linear regression were performed. Article 1 revealed that the prevalence of noise disturbance was high for both women (47.0%) and men (39.8%), being independently associated, at the neighborhood level, with the perception of the presence of bad traffic, loud music, discussions and parties until late, for men and women. For women, the perception of noise as a nuisance was also associated with self-reported digestive changes (OR = 1.52; CI = 1.10-2.11) and poor sleep quality (OR = 1.66; CI = 1, 31-2.11). There was no association between the perception of noise as a nuisance and the Health Vulnerability Index (IVS). Article 2 revealed higher SPL values in the neighborhoods with intermediate IVS (coefficient = 3.37), greater presence of sources of vehicle noise (coefficient = 1.91) and street conditions and traffic items (coefficient = 1.73). Lower SPL levels were measured in neighborhoods in which a greater presence of noise sources from people (coefficient = -1.48) and animals (coefficient = -1.60) was identified. The present study presents relevant data by revealing the high prevalence of noise discomfort regardless of the IVS and by identifying which women are affected differently by this discomfort. It also contributes to identifying traffic as the source of noise associated with higher NPS and the discomfort to noise. These results can contribute to the planning of interventions aimed at reducing noise levels and their impacts on the health and well-being of residents of the city of Belo Horizonte.

**Keywords:** Noise. Urban Health. Environmental Health Inequalities. Vulnerability. Built Environment. Neighborhood. Annoyance. Auditory Perception.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Modelo conceitual da relação entre urbanização e ruído ambiental .....                                     | 39 |
| Figura 2 – Mapa do município de Belo Horizonte com a divisão por distritos .....                                      | 43 |
| Figura 3 – Setores censitários dos distritos sanitários Oeste e Barreiro, de Belo Horizonte, de acordo com o IVS..... | 44 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Valores de referência para o ruído da comunidade em ambientes específicos .....  | 30 |
| Quadro 2 – Efeitos de diferentes níveis de ruído noturno na saúde da população ...  | 31 |
| Quadro 3 – Recomendações para exposição a ruído de tráfego, ruído ferroviário, ruído de aeronaves, ruído de turbinas eólicas e ruído de lazer ..... | 32 |
| Quadro 4 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos .....   | 34 |
| Quadro 5 – Valores de referência para ambientes internos de acordo com a finalidade de uso .....  | 35 |

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGOS DE RESULTADOS 1

|   |    |
|---|----|
| Table 1 – Descriptive analysis of self-reported health conditions (n=3,934).....  | 68 |
| Table 2 – Univariate and multivariable analysis of the association between noise annoyance and sociodemographic characteristics, social and health determinants, adjusted for age and residence time (n = 3,934). ..... | 70 |

### ARTIGOS DE RESULTADOS 2

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Medidas de LAeq dB(A) em cada um dos setores amostrados (n=142) .   | 94 |
| Tabela 2 – Modelo de regressão linear univariada da associação entre o Laeq, fontes de ruído agrupadas por categoria, domínios da OSS e IVS nas vizinhanças participantes do estudo (n=142)..... | 95 |
| Tabela 3 – Modelo final da regressão linear multivariada entre o Laeq e as variáveis selecionadas .....  | 96 |

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

|                    |   |
|--------------------|---|
| dB                 | Decibel   |
| ISSO               | <i>International Organization for Standardization</i>       |
| IVS                | Índice de Vulnerabilidade à Saúde                           |
| LAeq               | Exposição sonora equivalente ponderada por período de tempo |
| LAm <sub>ax</sub>  | Nível máximo de pressão sonora em um intervalo declarado    |
| L <sub>den</sub>   | Indicador de ruído dia-fim-de-tarde-noite                   |
| L <sub>night</sub> | Indicador de ruído noturno                                  |
| NPS                | Nível de Pressão Sonora                                     |
| OMS                | Organização Mundial de Saúde                                |
| U.S.EPA            | Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos            |

## SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>1 APRESENTAÇÃO .....</b>   | <b>16</b>  |
| <b>2 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>17</b>  |
| <b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>   | <b>21</b>  |
| 3.1 Percepção auditiva.....   | 21         |
| 3.2 Efeitos da exposição ao ruído .....   | 23         |
| 3.3 Ruído ambiental.....  | 27         |
| 3.3.1 Avaliação dos níveis de pressão sonora em áreas habitadas .....   | 27         |
| 3.3.2 Diretrizes e legislação.....  | 29         |
| 3.4 Modelo conceitual .....   | 38         |
| <b>4 OBJETIVOS.....</b>   | <b>40</b>  |
| 4.1 Objetivo geral.....   | 40         |
| 4.2 Objetivos específicos .....   | 40         |
| <b>5 MÉTODOS .....</b>  | <b>41</b>  |
| 5.1 O município de Belo Horizonte.....  | 41         |
| 5.2 Método Artigo 1.....  | 43         |
| 5.2.1 Estudo Saúde em Beagá (SBH) .....   | 43         |
| 5.3 Método do artigo 2 .....  | 45         |
| 5.3.1 Observação Social Sistemática (OSS) .....   | 45         |
| <b>6 RESULTADOS.....</b>  | <b>46</b>  |
| 6.1 Artigo de resultados 1: Percepção do ruído como incômodo, características sociodemográficas, de saúde e percepção da vizinhança em uma metrópole brasileira: Estudo Saúde em Beagá..... | 47         |
| 6.2 Artigo de resultados 2: Avaliação dos níveis de ruído urbano e atributos da vizinhança por meio da Observação Social Sistemática.....   | 73         |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>106</b> |
| ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa .....  | 106        |
| ANEXO B – Comunicado de aceite do artigo de resultados 1 .....  | 107        |



## 1 APRESENTAÇÃO

Esta tese está inserida na linha de pesquisa Saúde Urbana do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais e foi desenvolvida como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Pública. Utilizou os dados de um estudo epidemiológico multi-métodos, composto pelo inquérito domiciliar denominado “Saúde em Beagá” e pelo projeto “Observação Social Sistemática”, desenvolvidos pelo Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte.

A tese apresenta os resultados de dois estudos. O primeiro investigou a associação entre o incômodo provocado pelo ruído com fatores individuais e sociodemográficos e a autopercepção de vizinhança no município de Belo Horizonte (Artigo 1); o segundo teve como objetivo analisar a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança (Artigo 2).

Este volume está organizado da seguinte maneira:

- a) Introdução;
- b) Referencial teórico;
- c) Objetivos;
- d) Métodos;
- e) Artigo de resultados 1;
- f) Artigo de resultados 2;
- g) Considerações finais;
- h) Anexos.

## 2 INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno global e irreversível que acarreta mudanças nas condições de vida e saúde da população, favoráveis em alguns aspectos, mas capazes de provocar agravos à saúde e bem-estar. A Saúde Urbana é um ramo de conhecimento oriundo da Saúde Pública que avalia os efeitos desse processo. Observatórios de Saúde Urbana em todo o mundo tem destinado recursos humanos e financeiros para desenvolvimento de pesquisas que possam subsidiar políticas e sistemas urbanos, permitindo formulação de políticas públicas baseadas em evidências<sup>1,2</sup>.

O aumento da população vivendo nas cidades acarretou modificações dos agravos de saúde enfrentados, que se expandiram para preocupações para além das doenças transmissíveis. Condições díspares dentro de um mesmo ambiente urbano passaram a configurar como determinantes das condições de saúde em indivíduos residindo em vizinhanças diferentes de uma mesma cidade<sup>3</sup>. Vizinhança pode ser entendida como o ambiente no qual as atividades humanas interagem com o espaço urbano no nível das residências. Além dos atributos físicos que determinam essa interação, devem ser avaliados processos sociopolíticos e condições sociais presentes<sup>4,5</sup>.

O ambiente urbano pode modificar as condições geográficas, demográficas e os hábitos de vida, influenciando características ambientais que são importantes determinantes das condições de saúde. Associadas às iniquidades, tais condições representam riscos potenciais à saúde das populações<sup>6</sup>. Em se tratando de injustiças ambientais, estudos realizados em países desenvolvidos sugerem que minorias raciais e étnicas, pobres e indivíduos de baixa escolaridade sofrem maior exposição

---

<sup>1</sup> Caiaffa WT, Ferreira FR, Ferreira AD, Oliveira CL, Camargos VP, Proietti FA. Urban health: "the city is a strange lady, smiling today, devouring you tomorrow". *Ciênc Saúde Coletiva*. 2008 Dec;13(6):1785-96.

<sup>2</sup> Caiaffa WT, Friche AA, Dias MA, Meireles AL, Ignacio CF, Prasad A, et al. Developing a conceptual framework of urban health observatories toward integrating research and evidence into urban policy for health and health equity. *J Urban Health*. 2014 Feb;91(1):1-16.

<sup>3</sup> Díez Roux AV. Health in cities: is a systems approach needed? *Cad Saúde Pública*. 2015 Nov;31 Suppl 1:9-13.

<sup>4</sup> Galea S, Freudenberg N, Vlahov D. Cities and population health. *Soc Sci Med*. 2005 Mar;60(5):1017-33.

<sup>5</sup> Díez Roux AV, Mair C. Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci*. 2010 Feb;1186:125-45.

<sup>6</sup> Borrell C, Pons-Vigués M, Morrison J, Díez E. Factors and processes influencing health inequalities in urban areas. *J Epidemiol Community Health*. 2013 May;67(5):389-91.

a agentes químicos e poluentes nocivos à saúde, quando comparados a indivíduos branco, com maior escolaridade e melhor nível socioeconômico<sup>7,8,9,10,11</sup>.

A América Latina e o Caribe configuram-se como a segunda região mais urbanizada do mundo, com 81% da população vivendo em áreas urbanas. Em primeiro lugar encontra-se a América do Norte, com 82% da população vivendo em áreas urbanas. Em 2018, 55% da população mundial vivia em áreas urbanas. A projeção para 2050 é de que 68% da população mundial esteja vivendo nas cidades<sup>12</sup>.

No Brasil, 87,1% da população vive em áreas urbanas<sup>13</sup>. O processo de urbanização aconteceu de maneira acelerada e sem investimento em infraestrutura compatível com o crescimento das cidades, gerando condições precárias de moradia e trabalho, e exacerbando as desigualdades e iniquidades sociais. A redistribuição da população economicamente ativa para os setores industriais e de serviços foi uma das causas da urbanização acelerada e não planejada. Embora tenha acontecido em todo o país, a urbanização foi mais rápida e precoce na Região Sudeste<sup>14</sup>.

Dentre os agentes nocivos à saúde, típicos de ambientes urbanos, encontra-se o ruído ambiental, gerado por diferentes fontes: transportes, indústrias, geração de energia, ferramentas elétricas, eletrodomésticos e atividades de lazer. O ruído é responsável pela poluição sonora, que juntamente com a poluição do ar e da água, se configura como uma das três maiores fontes de poluição no mundo, sendo considerada um problema de saúde pública<sup>15,16,17</sup>. Definido como um som indesejável,

<sup>7</sup> Walker G, Mitchell G, Fairburn J, Smith G. Industrial pollution and social deprivation: evidence and complexity in evaluating and responding to environmental inequality. *Local Environ.* 2005;10(4):361-77.

<sup>8</sup> Mohai P, Saha R. Racial inequality in the distribution of hazardous waste: A national-level reassessment. *Social Problems.* 2007 Aug;54(3):343-70.

<sup>9</sup> Laurent É. Issues in environmental justice within the European Union. *Ecol Econ.* 2011 Sep;70(11):1846-53.

<sup>10</sup> Bell ML, Ebisu K. Environmental inequality in exposures to airborne particulate matter components in the United States. *Environ Health Perspect.* 2012 Dec;120(12):1699-704.

<sup>11</sup> Hajat A, Hsia C, O'Neill MS. Socioeconomic Disparities and Air Pollution Exposure: a Global Review. *Curr Environ Health Rep.* 2015 Dec;2(4):440-50.

<sup>12</sup> United Nations [Internet]. New York: UE; 2019 [cited 2021 May 11]. World urbanization prospects: The 2018 Revision; [about 126 screens]. Available from: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>

<sup>13</sup> United Nations [Internet]. New York: UE; 2019 [cited 2021 May 11]. World urbanization prospects: The 2018 Revision; [about 126 screens]. Available from: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>

<sup>14</sup> Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde [Internet]. Brasília: CNDSS; 2008 [cited 2021 May 16]. As causas sociais das iniquidades em saúde no Brasil; [about 216 screens]. Available from: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/causas\\_sociais\\_iniquidades.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/causas_sociais_iniquidades.pdf)

<sup>15</sup> World Health Organization. Guidelines for Community Noise. Geneva: WHO; 1999.

<sup>16</sup> World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Geneva: WHO; 2011.

<sup>17</sup> World Health Organization. Noise guidelines for the European Region. Geneva: WHO; 2018.

o ruído é uma ameaça invisível e presente em todas as atividades desenvolvidas pelos homens e em todos os locais: residência, vizinhança, transportes, trabalho e lazer. Goines e Hagler<sup>18</sup> compararam o ruído ambiental a uma “praga moderna” produzida pelos seres humanos a qual não há escapatória, e que precisa ser controlada. No contexto de vizinhança o ruído é proveniente do trânsito, sistemas de ventilação; campanhas; animais; vizinhos; atividades comerciais, recreativas e ocupacionais; tiros de atividades militares<sup>19</sup>. A exposição contínua ao ruído ambiental pode ser responsável por alterações importantes na saúde e bem-estar das populações que vivem nas cidades<sup>20,21,22,23</sup>.

Apesar da heterogeneidade das fontes geradoras de ruído urbano, o ruído proveniente do trânsito de veículos, trens e aviões, se configura como a maior fonte de exposição, estando relacionado ao crescimento desordenado e não planejado das cidades, principalmente nos países em desenvolvimento<sup>24,25,26,27,28,29,30,31,32,33</sup>.

Diante do exposto, estudar de que maneira as pessoas percebem o ruído no ambiente urbano e a relação desta percepção com indicadores sociodemográficos e percepção do ambiente de moradia nas cidades brasileiras é de grande relevância,

---

<sup>18</sup> Goines L, Hagler L. Noise pollution: a modern plague. *South Med J*. 2007 Mar;100(3):287-94.

<sup>19</sup> Omlin S, Bauer GF, Brink M. Effects of noise from non-traffic-related ambient sources on sleep: Review of the literature of 1999–2010. *Noise Health*. 2011;13(53):299-309.

<sup>20</sup> Belojevic G, Jakovljevic B, Stojanov V, Paunovic K, Ilic J. Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children. *Environ Int*. 2008 Feb;34(2):226-31.

<sup>21</sup> Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014 Apr;383(9925):1325-32.

<sup>22</sup> Münzel T, Schmidt FP, Steven S, Herzog J, Daiber A, Sørensen M. Environmental Noise and the Cardiovascular System. *J Am Coll Cardiol*. 2018 Feb;71(6):688-97.

<sup>23</sup> Münzel T, Sørensen M, Schmidt F, Schmidt E, Steven S, Kröller-Schön S, et al. The Adverse Effects of Environmental Noise Exposure on Oxidative Stress and Cardiovascular Risk. *Antioxid Redox Signal*. 2018 Mar;28(9):873-908.

<sup>24</sup> World Health Organization. *Guidelines for Community Noise*. Geneva: WHO; 1999.

<sup>25</sup> Jamir L, Nongkynrih B, Gupta SK. Community noise pollution in urban India: need for public health action. *Indian J Community Med*. 2014 Jan;39(1):8-12.

<sup>26</sup> Belojevic G, Jakovljevic B, Stojanov V, Paunovic K, Ilic J. Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children. *Environ Int*. 2008 Feb;34(2):226-31.

<sup>27</sup> World Health Organization. *Night Noise Guidelines for Europe*. Geneva: WHO; 2009.

<sup>28</sup> Omlin S, Bauer GF, Brink M. Effects of noise from non-traffic-related ambient sources on sleep: Review of the literature of 1999–2010. *Noise Health*. 2011;13(53):299-309.

<sup>29</sup> Paunović K, Belojević G, Jakovljević B. Noise annoyance is related to the presence of urban public transport. *Sci Total Environ*. 2014 May;481:479-87.

<sup>30</sup> Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014 Apr;383(9925):1325-32.

<sup>31</sup> World Health Organization. *Global report on urban health: equitable, healthier cities for sustainable development*. Geneva: WHO; 2016.

<sup>32</sup> Paiva KM, Cardoso MRA, Zannin PHT. Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. *Sci Total Environ*. 2019 Feb;650(Pt 1):978-86.

<sup>33</sup> Guedes ICM, Bertoli SR, Zannin PHT. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju - Brazil. *Sci Total Environ*. 2011 Dec;412-413:66-76.

para subsidiar o planejamento e adoção de medidas para controle do ruído e redução da exposição.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Percepção auditiva

Do ponto de vista acústico, som é uma energia vibratória, transmitida em um meio elástico, cujo número de vibrações por segundo e a força dessas vibrações definem suas características em frequência e intensidade respectivamente. Essas características são determinadas pela fonte geradora do som, e permitem diferenciar um som como grave ou agudo, intenso ou pouco intenso<sup>34</sup>.

Do ponto de vista fisiológico, a percepção auditiva informa sobre mudanças no ambiente externo que desencadeiam respostas inconscientes. Estas reações são automáticas e reguladas pelo Sistema Nervoso Simpático (SNS), enquanto o Sistema Nervoso Parassimpático (SNPS) se mantém ativo para regular a homeostase. A informação auditiva segue por uma via auditiva ascendente que transporta a energia acústica a regiões específicas do sistema nervoso auditivo central que integrará as informações advindas do nível periférico. A condução do estímulo auditivo é fisiológica e independe do estado emocional, conteúdo e contexto. No entanto, a magnitude emocional dos estímulos auditivos envolve regiões do sistema límbico. O processamento destas informações resulta na percepção do estímulo sonoro e em seu julgamento<sup>35,36,37</sup>. Os sons permitem aos seres humanos interpretar e interagir com seus ambientes cotidianos, gerando reações diferentes dependendo do tipo de estimulação auditiva recebida<sup>38,39,40,41,42</sup>.

---

<sup>34</sup> Durrant JD, Lovrinic JH. Bases of hearing Science. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.

<sup>35</sup> Lewis JW, Wightman FL, Brefczynski JA, Phinney RE, Binder JR, DeYoe EA. Human brain regions involved in recognizing environmental sounds. *Cereb Cortex*. 2004 Sep;14(9):1008-21.

<sup>36</sup> Irwin A, Hall DA, Peters A, Plack CJ. Listening to urban soundscapes: Physiological validity of perceptual dimensions. *Psychophysiology*. 2011 Feb;48(2):258-68.

<sup>37</sup> Kumar S, Tansley-Hancock O, Sedley W, Winston JS, Callaghan MF, Allen M, et al. The Brain Basis for Misophonia. *Curr Biol*. 2017 Feb;27(4):527-33.

<sup>38</sup> Kuan G, Morris T, Kueh YC, Terry PC. Effects of Relaxing and Arousing Music during Imagery Training on Dart-Throwing Performance, Physiological Arousal Indices, and Competitive State Anxiety. *Front Psychol*. 2018 Feb;9:14.

<sup>39</sup> Lim HA, Park H. The effect of music on arousal, enjoyment, and cognitive performance. *Psychol Music*. 2018 Apr;47(4):539-50.

<sup>40</sup> Benfield J, Taff BD, Weinzimmer D, Newman P. Motorized Recreation Sounds Influence Nature Scene Evaluations: The Role of Attitude Moderators. *Front Psychol*. 2018 Apr;9:495.

<sup>41</sup> Zhao Y, Sun Q, Chen G, Yang J. Hearing emotional sounds: category representation in the human amygdala. *Soc Neurosci*. 2018 Feb;13(1):117-28.

<sup>42</sup> Alvarsson JJ, Wiens S, Nilsson ME. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Mar;7(3):1036-46.

A percepção do ambiente acústico em contexto, acompanhada pelas respostas fisiológicas e psicológicas desencadeadas é definida como paisagem sonora<sup>43,44,45</sup>. A paisagem sonora se refere a um vasto espectro de sons, englobando sons naturais relacionados a elementos não orgânicos da natureza (geofonia), fontes orgânicas, mas não humanas (biofonia) e todos os sons ambientais gerados por fontes humanas ou por atividades humanas (antrofonia)<sup>46,47,48</sup>.

A paisagem sonora é um resultado perceptivo derivado da experiência do ambiente acústico (fenômeno físico). Essas construções perceptivas quando identificadas, podem medir como as pessoas percebem o ambiente acústico a partir das experiências vivenciadas: calma, excitação, prazer, incômodo, entre outras<sup>49</sup>.

A relação entre as paisagens sonoras e os seres humanos é bidirecional: os seres humanos e seus comportamentos as influenciam e são influenciados por elas<sup>50</sup>. Sons percebidos positivamente estão associados a uma boa qualidade de vida e boa saúde física e mental<sup>51,52,53</sup> e tem o potencial de melhorar o desempenho cognitivo e promover a recuperação do estresse<sup>54,55</sup>.

---

<sup>43</sup> Schafer RM. *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. New York: Simon and Schuster; 1977.

<sup>44</sup> Kang J. From understanding to designing soundscapes. *Front Archit Civ Eng China*. 2010;4:403-17.

<sup>45</sup> Meng Q, Kang J. Effect of sound-related activities on human behaviours and acoustic comfort in urban open spaces. *Sci Total Environ*. 2016 Dec;573:481-93.

<sup>46</sup> Pijanowski BC, Villanueva-Rivera LJ, Dumyahn SL, Farina A, Krause BL, Napoletano BM, et al. *Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape*. *BioScience*. 2011 Mar;61(3):203-16.

<sup>47</sup> Liu J, Kang J, Behm H, Luo T. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. *Landsc Urban Plan*. 2014 Mar;123:30-40.

<sup>48</sup> Kang J, Schulte-Fortkamp B, Fiebig A, Botteldooren D. Mapping of Soundscape. In: Kang J, Schulte-Fortkamp B, editors. *Soundscape and the Built Environment*. Boca Raton: CRC Press; 2016. p. 161-98.

<sup>49</sup> Aletta F, Oberman T, Kang J. Associations between Positive Health-Related Effects and Soundscapes Perceptual Constructs: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Oct;15(11):2392.

<sup>50</sup> Erfanian M, Mitchell AJ, Kang J, Aletta F. The Psychophysiological Implications of Soundscape: A Systematic Review of Empirical Literature and a Research Agenda. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Sep;16(19):3533.

<sup>51</sup> Alvarsson JJ, Wiens S, Nilsson ME. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Mar;7(3):1036-46.

<sup>52</sup> Aletta F, Oberman T, Kang J. Associations between Positive Health-Related Effects and Soundscapes Perceptual Constructs: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Oct;15(11):2392.

<sup>53</sup> Shepherd D, Welch D, Dirks KN, McBride D. Do quiet areas afford greater health-related quality of life than noisy areas? *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Mar;10(4):1284-303.

<sup>54</sup> Gill C, Packer J, Ballantyne R. Applying Attention Restoration Theory to Understand and Address Clergy's Need to Restore Cognitive Capacity. *J Relig Health*. 2018 Oct;57(5):1779-92.

<sup>55</sup> Krzywicka P, Byrka K. Restorative Qualities of and Preference for Natural and Urban Soundscapes. *Front Psychol*. 2017 Oct;8:1705.

Os efeitos restauradores da experiência sonora em ambientes urbanos podem ser explicados pela Teoria da Restauração da Atenção (ART)<sup>56</sup> e pela Teoria da Recuperação do Estresse (SRT)<sup>57</sup>. A ART afirma que recuperação da fadiga mental ocorre por meio da atenção dirigida para estímulos fascinantes e agradáveis. De acordo com a SRT, um ambiente que crie um senso psicológico de distância com os problemas da vida cotidiana e que induza fascinação, tem a capacidade de reconciliar desejos e metas individuais com o meio ambiente, promovendo um efeito restaurador. Em alguns ambientes fatores adicionais como a espiritualidade e o conforto podem ser catalisadores deste processo. Neste sentido, áreas urbanas bem planejadas podem influenciar positivamente as paisagens sonoras ao promover a coexistência de fontes sonoras naturais e artificiais e criando novos espaços com potencial de restauração e bem-estar dentro de aglomerações urbanas<sup>58</sup>.

### 3.2 Efeitos da exposição ao ruído

Os mecanismos por meio dos quais a exposição ao ruído afeta a saúde e o bem-estar podem ser explicados por uma via direta para ruídos com NPS elevados (acima de 85dB(A)) e uma via indireta para exposição aos ruídos com NPS baixos, mas percebidos como incômodo<sup>59,60,61,62</sup>.

O sistema auditivo é afetado diretamente pela exposição a NPS elevados. Uma das manifestações é a perda auditiva oculta, que se caracteriza por dificuldade em ouvir claramente em ambientes ruidosos, sem que exames para avaliação da função auditiva estejam alterados<sup>63</sup>. A perda auditiva oculta está relacionada a alterações nas sinapses entre as células ciliadas da cóclea e os neurônios do gânglio espiral, que

<sup>56</sup> Kaplan S. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *J Environ Psychol.* 1995 Sep;15(3):169-82.

<sup>57</sup> Ulrich RS, Simons RF, Losito BD, Fiorito E, Miles MA, Zelson M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *J Environ Psychol.* 1991 Sep;11(3):201-30.

<sup>58</sup> Krzywicka P, Byrka K. Restorative Qualities of and Preference for Natural and Urban Soundscapes. *Front Psychol.* 2017 Oct;8:1705

<sup>59</sup> Babisch W. The Noise/Stress Concept, Risk Assessment and Research Needs. *Noise Health.* 2002;4(16):1-11.

<sup>60</sup> Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet.* 2014 Apr;383(9925):1325-32.

<sup>61</sup> Hahad O, Prochaska JH, Daiber A, Muenzel T. Environmental Noise-Induced Effects on Stress Hormones, Oxidative Stress, and Vascular Dysfunction: Key Factors in the Relationship between Cerebrocardiovascular and Psychological Disorders. *Oxid Med Cell Longev.* 2019 Nov;18:1-13.

<sup>62</sup> Arjunan A, Rajan R. Noise and brain. *Physiol Behav.* 2020 Dec;227:113136.

<sup>63</sup> Plack CJ, Barker D, Prendergast G. Perceptual consequences of "hidden" hearing loss. *Trends Hear.* 2014 Sep;18:2331216514550621.



ocorrem devido a exposição ao ruído, e que podem ser acompanhadas por alterações na percepção de intensidade dos sons e zumbido<sup>64,65</sup>. A exposição ao ruído em longo prazo pode levar a apoptose de células ciliadas da cóclea e degeneração de neurônios do gânglio espiral, que resultam em perda auditiva permanente e irreversível com comprometimento da discriminação auditiva. A perda auditiva permanente também pode ser provocada pelo impacto mecânico gerado pela transmissão da energia sonora muito intensa, resultando em: interrupção da conexão entre as células ciliadas e as sinapses ganglionares; interrupção da conexão entre as células ciliadas e a membrana basilar e destruição das células da orelha interna<sup>66,67,68,69</sup>.

Ainda no nível coclear, a exposição ao ruído provoca contração dos vasos sanguíneos que irrigam a cóclea, ocasionando distúrbios no metabolismo das células cocleares, como das espécies reativas do oxigênio, que atacam ácidos graxos em membranas biológicas promovendo a produção em excesso de radicais livres que podem atacar o DNA. Como resultado pode ocorrer mutação genética, desnaturação de proteínas e aumento da expressão de genes relacionados à apoptose celular<sup>70</sup>. A suscetibilidade individual relacionada aos efeitos da exposição ao ruído também é um fator determinante dos efeitos do ruído no sistema auditivo. Genes relacionados à reação inflamatória das células da cóclea, à surdez, ao aumento do estresse oxidativo, ao metabolismo do potássio e à codificação de proteínas específicas podem explicar a suscetibilidade diferenciada<sup>71</sup>.

O estresse oxidativo também está relacionado aos efeitos da exposição a NPS elevados no sistema nervoso central (SNC). O SNC quando comparado aos outros sistemas do organismo é considerado o órgão mais vulnerável aos danos de radicais livres decorrentes da peroxidação, devido a sua maior porcentagem de gorduras

---

<sup>64</sup> Shi L, Liu K, Wang H, Zhang Y, Hong Z, Wang M, et al. Noise induced reversible changes of cochlear ribbon synapses contribute to temporary hearing loss in mice. *Acta Otolaryngol.* 2015;135(11):1093-102.

<sup>65</sup> Kahrman DC, Wan G, Cassinotti L, Corfas G. Hidden Hearing Loss: A Disorder with Multiple Etiologies and Mechanisms. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2020 Jan;10(1):a035493.

<sup>66</sup> Oxenham AJ. Predicting the Perceptual Consequences of Hidden Hearing Loss. *Trends Hear.* 2016 Jan-Dec;20:2331216516686768.

<sup>67</sup> Kujawa SG, Liberman MC. Synaptopathy in the noise-exposed and aging cochlea: Primary neural degeneration in acquired sensorineural hearing loss. *Hear Res.* 2015 Dec;330(Pt B):191-9.

<sup>68</sup> Ding T, Yan A, Liu K. What is noise-induced hearing loss? *Br J Hosp Med.* 2019 Sep;80(9):525-9.

<sup>69</sup> Van Eynde C, Denys S, Desloovere C, Wouters J, Verhaert N. Speech-in-noise testing as a marker for noise-induced hearing loss and tinnitus. *B-ENT.* 2016;Suppl 26(1):185-91.

<sup>70</sup> Kurabi A, Keithley EM, Housley GD, Ryan AF, Wong AC. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. *Hear Res.* 2017 Jun;349:129-37.

<sup>71</sup> Ding T, Yan A, Liu K. What is noise-induced hearing loss? *Br J Hosp Med.* 2019 Sep;80(9):525-9.

insaturadas e por sua menor atividade antioxidativa quando comparada a outros tecidos do organismo<sup>72,73,74,75</sup>.

A via indireta dos efeitos relacionados à exposição ao ruído de baixa intensidade, pode ser explicada pela interferência do ruído na comunicação, na perturbação para execução de atividades diárias e interferência no sono<sup>76</sup>, levando a ativação de sintomas simpáticos e endócrinos e uma série de reações cognitivas e emocionais, incluindo incômodo, aborrecimento, depressão e estresse mental. O estado emocional de estresse e perturbação pode causar uma cascata fisiopatológica, resultando no aumento dos níveis cortisol, da pressão arterial e frequência cardíaca, que por sua vez favorecem o desenvolvimento de fatores de risco como hipertensão arterial, arritmia, aumento da viscosidade sanguínea, aumento da glicose do sangue e ativação de fatores coagulação do sangue<sup>77,78,79,80</sup>.

O grau em que o ruído causa interferência, incômodo e estresse mental pode mediar as consequências fisiopatológicas e o risco de doenças<sup>81,82</sup>. Considerando que incômodo provocado pelo ruído representa estresse mental, a exposição continuada ao ruído de baixa intensidade pode estar associada a sintomas psicológicos, depressão e ansiedade. Diferentes fontes geradoras de ruído podem

---

<sup>72</sup> Sultana R, Perluigi M, Butterfield DA. Protein oxidation and lipid peroxidation in brain of subjects with Alzheimer's disease: insights into mechanism of neurodegeneration from redox proteomics. *Antioxid Redox Signal*. 2006 Nov-Dec;8(11-12):2021-37.

<sup>73</sup> Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci*. 2008 Jun;4(2):89-96.

<sup>74</sup> Uttara B, Singh AV, Zamboni P, Mahajan RT. Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. *Curr Neuropharmacol*. 2009 Mar;7(1):65-74.

<sup>75</sup> Arjunan A, Rajan R. Noise and brain. *Physiol Behav*. 2020 Dec;227:113136.

<sup>76</sup> Miedema HM, Vos H. Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behav Sleep Med*. 2007;5(1):1-20

<sup>77</sup> Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. 2014 Apr;35(13):829-36.

<sup>78</sup> Münzel T, Schmidt FP, Steven S, Herzog J, Daiber A, Sørensen M. Environmental Noise and the Cardiovascular System. *J Am Coll Cardiol*. 2018 Feb;71(6):688-97.

<sup>79</sup> Münzel T, Sørensen M, Schmidt F, Schmidt E, Steven S, Kröller-Schön S, et al. The Adverse Effects of Environmental Noise Exposure on Oxidative Stress and Cardiovascular Risk. *Antioxid Redox Signal*. 2018 Mar;28(9):873-908.

<sup>80</sup> Hahad O, Prochaska JH, Daiber A, Muenzel T. Environmental Noise-Induced Effects on Stress Hormones, Oxidative Stress, and Vascular Dysfunction: Key Factors in the Relationship between Cerebrocardiovascular and Psychological Disorders. *Oxid Med Cell Longev*. 2019 Nov;18:1-13.

<sup>81</sup> Babisch W, Ising H, Gallacher JE. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med*. 2003 Oct;60(10):739-45.

<sup>82</sup> Babisch W, Pershagen G, Selander J, Houthuijs D, Breugelmans O, Cadum E, et al. Noise annoyance--a modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Sci Total Environ*. 2013 May;452-453:50-7.

induzir graus de incômodo diferentes<sup>83,84</sup>.

O incômodo crônico provocado pela exposição continuada ao ruído de baixa intensidade pode prejudicar a homeostase, aumentando a vulnerabilidade ao estresse ao reduzir a capacidade do organismo em lidar com o estressor, ou seja, pode ocorrer uma redução da resistência ao estresse<sup>85</sup>. Como consequência do estresse e maior propensão ao aparecimento de distúrbios psicológicos, indivíduos expostos ao ruído podem desenvolver mecanismos de enfrentamento ao estresse na forma de fatores de risco para saúde como sedentarismo, tabagismo e etilismo<sup>86,87,88</sup>.

Entre um milhão e um milhão e seiscentos mil anos de vida ajustados por incapacidade são perdidos anualmente na Europa Ocidental devido ao ruído relacionado ao trânsito: 61.000 anos por doença cardíaca isquêmica, 45.000 anos por comprometimento cognitivo infantil, 903.000 por distúrbios do sono, 22.000 anos por zumbido e 604.000 anos por incômodo. O cálculo foi baseado em exposições estimadas ao ruído e pesquisas sobre associações entre ruído e alterações na saúde<sup>89</sup>.

Em 2009 a OMS publicou diretrizes relacionadas ao ruído noturno na Europa. Vários artigos sobre os efeitos da exposição ao ruído no período da noite foram analisados para que fosse estabelecido para quais desfechos há evidências suficientes e para quais há evidências limitadas sobre a relação causal entre exposição ao ruído noturno e efeitos na saúde. Foram consideradas como evidências suficientes efeitos observados em estudos em que o viés e a distorção poderiam razoavelmente ser excluídos e a relação causal poderia ser observada. Foram

---

<sup>83</sup> Beutel ME, Jünger C, Klein EM, Wild P, Lackner K, Blettner M, et al. Noise Annoyance Is Associated with Depression and Anxiety in the General Population- The Contribution of Aircraft Noise. *PLoS One*. 2016 May;11(5):e0155357.

<sup>84</sup> Seidler A, Hegewald J, Seidler AL, Schubert M, Wagner M, Dröge P, et al. Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. *Environ Res*. 2017 Jan;152:263-71.

<sup>85</sup> Hahad O, Beutel M, Gori T, Schulz A, Blettner M, Pfeiffer N, et al. Annoyance to different noise sources is associated with atrial fibrillation in the Gutenberg Health Study. *Int J Cardiol*. 2018 Aug;264:79-84.

<sup>86</sup> Foraster M, Eze IC, Vienneau D, Brink M, Cajochen C, Caviezel S, et al. Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity. *Environ Int*. 2016 May;91:341-9.

<sup>87</sup> Roswall N, Ammitzbøll G, Christensen JS, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, et al. Residential exposure to traffic noise and leisure-time sports - A population-based study. *Int J Hyg Environ Health*. 2017 Aug;220(6):1006-13.

<sup>88</sup> Roswall N, Christensen JS, Bidstrup PE, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, et al. Associations between residential traffic noise exposure and smoking habits and alcohol consumption-A population-based study. *Environ Pollut*. 2018 May;236:983-91.

<sup>89</sup> World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Geneva: WHO; 2011.

consideradas como evidências limitadas estudos em que a relação entre o ruído e o efeito na saúde não foi observada diretamente, mas há evidências disponíveis de boa qualidade que apoiam a associação causal. Nesses estudos há evidências indiretas, ligando a exposição ao ruído a um efeito intermediário de mudanças fisiológicas que levam a efeitos adversos à saúde. A partir dessa análise, foram considerados desfechos com evidência suficiente: alterações no ritmo cardíaco, despertar durante o sono, movimentação durante o sono, fragmentação com alterações nos estágios do sono, autorrelato de distúrbios do sono, uso de sedativos para dormir. Foram considerados desfechos com evidência limitada: mudanças nos níveis hormonais, sonolência diurna, irritabilidade, desempenho cognitivo prejudicado, insônia, hipertensão, obesidade, depressão, infarto, mortalidade prematura, distúrbios psíquicos e acidentes de trabalho<sup>90</sup>.

Em 2018 a OMS revisou as diretrizes para ruído ambiental na Europa tendo como base oito revisões sistemáticas de evidências para avaliar a relação entre o ruído ambiental e os seguintes desfechos de saúde: efeitos cardiovasculares e metabólicos; abortecimento; efeitos no sono; comprometimento cognitivo; deficiência auditiva e zumbido; desfechos adversos ao nascimento; qualidade de vida, saúde mental e bem-estar. A partir da análise realizada foram considerados desfechos críticos para saúde: doença cardiovascular, incômodo, distúrbios do sono, alterações cognitivas, surdez e zumbido. Foram considerados desfechos importantes para saúde: desfechos adversos ao nascimento, qualidade de vida, saúde mental e bem-estar e efeitos metabólicos<sup>91</sup>.

### **3.3 Ruído ambiental**

#### ***3.3.1 Avaliação dos níveis de pressão sonora em áreas habitadas***

A norma ISO 1996-1:2016, da Organização Internacional de Normalização, propõe métodos e procedimentos destinados a mensuração do ruído de várias fontes, com o objetivo de descrever e avaliar o ruído em ambientes comunitários. São descritos ajustes para sons com características diferentes, para tornar possível

---

<sup>90</sup> World Health Organization. Night Noise Guidelines for Europe. Geneva: WHO; 2009.

<sup>91</sup> World Health Organization. Noise guidelines for the European Region. Geneva: WHO; 2018.

estimar a resposta da comunidade a longo prazo<sup>92</sup>. Os indicadores propostos pela ISO 1996, desde sua primeira versão, foram utilizados como referências para diretrizes de relevância para avaliação e monitoramento do ruído urbano, bem como a criação de mapas sonoros e planos de ação<sup>93,94,95</sup>.

Os indicadores propostos pela ISO 1996-1:2016 são os seguintes:

- a)  $L_{day}$ : nível sonoro médio de longa duração, determinado durante todos os períodos do dia de um ano. Para fins dessa medida é considerado com dia o período de 12 horas entre 7 horas e 19 horas ou entre 7 horas e 22 horas, podendo o mesmo ser definido de maneira diferente de acordo com cada país;
- b)  $L_{evening}$ : nível sonoro médio de longa duração, determinado durante todos os períodos vespertinos de um ano. Para fins dessa medida é considerado como vespertino o período de 4 horas entre 19 horas e 23 horas, podendo o mesmo ser definido de maneira diferente de acordo com cada país;
- c)  $L_{night}$ : nível sonoro médio de longo prazo, determinado durante todos os períodos noturnos de um ano. Para fins dessa medida é considerado como noturno o período de 8 horas entre 23 horas e 07 horas, podendo o mesmo ser definido de maneira diferente de acordo com cada país.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10151<sup>96</sup>, determina o método de avaliação dos níveis de pressão sonora em áreas habitadas. De acordo com a norma, entende-se por áreas habitadas as áreas destinadas a qualquer atividade humana: moradia, trabalho, estudo, lazer, recreação, atividade cultural, administração pública, atividade de saúde entre outras. Os indicadores propostos pela NBR 10151-2019 são os seguintes:

<sup>92</sup> International Organization for Standardization [Internet]. Geneva: ISO; c2016 [cited 2021 Jun 7]. ISO 1996-1:2016(en). Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures; [about 1 screen]. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:1996:-1:ed-3:v1:en>

<sup>93</sup> European Union [Internet]. Luxembourg: UE; 2002 [cited 2021 May 11]. Report from the Commission to the European Parliament and the Council concerning existing Community measures relating to sources of environmental noise, pursuant to article 10.1 of Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise [about 7 screens]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52004DC0160:EN:HTML>

<sup>94</sup> World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Geneva: WHO; 2011.

<sup>95</sup> World Health Organization. Noise guidelines for the European Region. Geneva: WHO; 2018.

<sup>96</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151:2019. Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT; 2019.

- a)  $L_{Aeq, T}$ : nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A. Utilizado para avaliação de sons contínuos e intermitentes;
- b)  $L_{AFmax}$ : nível máximo de pressão sonora ponderado em A e em F. Utilizado para avaliação de sons impulsivos;
- c)  $L_{Zeq, T, fHz(1/1)}$ : nível de pressão sonora contínuo equivalente em bandas proporcionais de 1/1 de oitava. Utilizado para avaliação de sons internos às edificações, quando a propagação sonora se dá pela estrutura da edificação;
- d)  $L_{Zeq, T, fHz(1/3)}$ : nível de pressão sonora contínuo equivalente em bandas proporcionais de 1/3 de oitava. Utilizado para avaliação de sons tonais;
- e)  $L_d$ : nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A para o período diurno;
- f)  $L_n$ : nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A para o período noturno;
- g)  $L_{dn}$ : nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A para um período de 24 horas.

$L_d$  e  $L_n$  são determinados pelos resultados das medições do  $L_{Aeq, T}$ , ao longo dos períodos diurnos e noturnos, ou em intervalos de tempo de condições sonoras representativas desses períodos. A NBR 10151 determina, ainda, especificações dos equipamentos a serem utilizados para mensuração, bem como os padrões a serem adotados para medições no interior e exterior de edificações<sup>97</sup>.

### **3.3.2 Diretrizes e legislação**

A Organização Mundial de Saúde publicou, em 1999, diretrizes nas quais desfechos de saúde relacionados a exposição ao ruído da comunidade foram abordados. O documento foi elaborado devido a necessidade de melhoria da legislação para gestão e controle do ruído ambiental nos níveis local, regional e nacional. Foram apresentados os efeitos críticos para saúde relacionados a ambientes específicos conforme apresentados no Quadro 1. Os valores  $L_{Aeq}$  apresentados

---

<sup>97</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151:2019. Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT; 2019.

foram sugeridos como metas a serem obtidas pelos países da Europa. Além de valores de referência para ruído da comunidade, as diretrizes da OMS recomendaram atenção dos setores governamentais sugerindo a implementação de políticas de redução do ruído<sup>98</sup>.

**Quadro 1 – Valores de referência para o ruído da comunidade em ambientes específicos**

| Tipo de ambiente   | Efeito crítico para saúde  | L <sub>Aeq</sub><br>dB(A) | Base de tempo<br>(horas) | L <sub>Amax</sub><br>(dB) |
|--|--|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Área de estar ao ar livre  | Incômodo elevado durante o dia e tarde                               | 55                        | 16                       | -                         |
|  | Incômodo moderado durante o dia e a tarde                            | 50                        | 16                       | -                         |
| Dentro de casa<br>Dentro dos quartos                                     | Inteligibilidade de fala e incômodo moderado durante o dia e a noite | 35                        | 16                       |                           |
|  | Alteração no sono durante a noite                                    | 30                        | 8                        | 45                        |
| Quartos externos   | Alteração do sono com janelas abertas (valores externos)             | 45                        | 8                        | 60                        |
| Quartos internos de creche   | Alteração do sono  | 30                        | Hora de dormir           | 45                        |
| Parque infantil externo em escola  | Incômodo   | 55                        | Durante brincadeira      | 45                        |
| Salas de internação hospitalares   | Alteração do sono a noite  | 30                        | 8                        | 40                        |
|  | Alteração do sono de dia e a tarde                                   | 30                        | 16                       | -                         |
| Salas de tratamento hospitalar   | Interferência no descanso e recuperação                              | #1                        |                          |                           |
| Áreas de indústria, comércio e trânsito em ambientes externos e internos | Deficiência auditiva   | 70                        | 24                       | 110                       |
| Cerimônias, festivais e eventos de entretenimento                        | Deficiência auditiva   | 100                       | 4                        | 110                       |
| Locais públicos internos e externos                                      | Deficiência auditiva   | 85                        | 1                        | 110                       |
| Música e outros tipos de som por meio de fones de ouvido                 | Deficiência auditiva   | 84 #4                     | 1                        | 110                       |
| Sons de impacto de brinquedos, fogos de artifício e armas de fogo        | Deficiência auditiva (adultos)                                       | -                         | -                        | 140                       |
|  | Deficiência auditiva (crianças)                                      | -                         | -                        | #2<br>120<br>#2           |
| Parques e áreas de conservação ao ar livre                               | Perturbação da tranquilidade   | #3                        |                          |                           |

Fonte: World Health Organization<sup>99</sup>.

Legenda: #1: mais baixo possível; #2: pico de pressão sonora (não LAFmax) medido a 100mm da orelha; #3: as áreas externas tranquilas existentes devem ser preservadas e a proporção de ruído intruso ao som de fundo natural deve ser mantida baixa; #4: fones de ouvido adaptado a valores de

<sup>98</sup> World Health Organization. Guidelines for Community Noise. Geneva: WHO; 1999.

<sup>99</sup> World Health Organization. Guidelines for Community Noise. Geneva: WHO; 1999.

campo livre; dB: Decibel;  $L_{Aeq}$ : Exposição sonora equivalente ponderada por período de tempo;  $L_{Amax}$ : Nível máximo de pressão sonora em um intervalo declarado.

A União Europeia publicou a diretiva 49, no ano de 2002, com o objetivo de definir uma abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiental, incluindo o incômodo decorrente da exposição. Para que o objetivo fosse atingido foram adotadas as seguintes medidas: determinação da exposição por meio da elaboração de mapas de ruído; esclarecimento à população sobre o ruído ambiental e seus efeitos; e aprovação pelos Estados-Membros de planos de ação fundamentados nos resultados dos mapas de ruído. Os indicadores de ruído recomendados foram o  $L_{den}$ , para avaliar o incômodo e o  $L_{night}$  para avaliar as perturbações do sono<sup>100</sup>.

Em 2009 foram publicadas pela OMS, diretrizes concernentes ao ruído noturno para Europa. No documento publicado foi realizada uma análise das publicações relacionadas aos efeitos da exposição ao ruído no período da noite. Foram apresentados os efeitos de diferentes níveis de ruído noturno na saúde da população, descritos no Quadro 2.

**Quadro 2 – Efeitos de diferentes níveis de ruído noturno na saúde da população**

| Nível médio de ruído noturno por um ano<br>$L_{night}$ | Efeitos na saúde observados na população   |
|--|--|
| Até 30 dB  | Não são observados efeitos para saúde.   |
| 30 a 40 dB   | Efeitos observados movimentos corporais, despertar, distúrbios do sono despertares autorrelatados. A intensidade do efeito depende da natureza da fonte e do número de eventos. Grupos vulneráveis* são mais suscetíveis. No entanto, mesmo nos piores casos, os efeitos parecem modestos. |
| 40 do 55 dB  | Efeitos adversos à saúde são observados entre a população exposta. Muitas pessoas tem que adaptar suas vidas para lidar com o barulho à noite. Grupos vulneráveis são mais afetados.   |
| Acima de 55 dB   | A situação é considerada cada vez mais perigosa para a saúde pública. Efeitos adversos à saúde ocorrem frequentemente, uma proporção considerável da população é altamente irritada e perturbada durante o sono. Há evidências de que o risco de doença cardiovascular aumenta.            |

Fonte: World Health Organization<sup>101</sup>.

Legenda: \*crianças, doentes crônicos e idosos; dB: Decibel;  $L_{night}$ : Indicador de ruído noturno.

<sup>100</sup> European Union [Internet]. Luxembourg: UE; 2002 [cited 2021 May 11]. Report from the Commission to the European Parliament and the Council concerning existing Community measures relating to sources of environmental noise, pursuant to article 10.1 of Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise [about 7 screens]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52004DC0160:EN:HTML>

<sup>101</sup> World Health Organization. Guidelines for Community Noise. Geneva: WHO; 1999.



Com o aumento do número de evidências científicas relacionando a exposição ao ruído ambiental a efeitos deletérios na saúde e bem-estar das populações, em 2018 a OMS atualizou as diretrizes para o ruído ambiental na Europa. Recomendações específicas foram formuladas para exposição a ruído de tráfego, ruído ferroviário, ruído de aeronaves, ruído de turbinas eólicas e ruído de lazer. As recomendações foram classificadas como fortes ou condicionais: recomendações fortes podem ser adotadas como política, uma vez que existem evidências que fundamentam seu benefício. Recomendações condicionais requerem um processo de formulação de políticas com debate substancial e envolvimento de várias partes interessadas, pois há menos certeza de sua eficácia, devido à menor qualidade das evidências<sup>102</sup>. As recomendações para cada fonte são sintetizadas no Quadro 3.

**Quadro 3 – Recomendações para exposição a ruído de tráfego, ruído ferroviário, ruído de aeronaves, ruído de turbinas eólicas e ruído de lazer**  
(continua)

| Fonte de ruído    | Recomendação  | Evidência |
|-------------------|---|-----------|
| Ruído de tráfego  | Para a exposição média ao ruído, redução dos níveis de ruído produzidos pelo tráfego rodoviário abaixo de 53 dB Lden, já que o ruído do tráfego rodoviário acima desse nível está associado a efeitos adversos à saúde.   | FORTE     |
|                   | Para exposição noturna a ruídos, redução dos níveis de ruído produzidos pelo tráfego durante a noite abaixo de 45 dB Lnight, já que o ruído noturno acima desse nível está associado a efeitos adversos no sono.  | FORTE     |
|                   | Para reduzir os efeitos sobre a saúde, recomenda-se enfaticamente que os formuladores de políticas implementem medidas adequadas para reduzir a exposição ao ruído do tráfego rodoviário na população exposta a níveis acima dos valores de referência para exposição ao ruído em média e durante a noite. Para intervenções específicas, recomenda-se reduzir o ruído tanto na origem quanto na rota entre a fonte e a população afetada por mudanças na infraestrutura. | FORTE     |
| Ruído ferroviário | Para a exposição média ao ruído, recomenda-se enfaticamente a redução dos níveis de ruído produzidos pelo tráfego ferroviário abaixo de 54 dB Lden, já que o ruído ferroviário acima desse nível está associado a efeitos adversos à saúde.   | FORTE     |
|                   | Para exposição noturna recomenda-se fortemente a redução dos níveis de ruído produzidos pelo tráfego ferroviário durante a noite abaixo de 44 dB Lnight, pois o ruído noturno acima desse nível está associado a efeitos adversos no sono.  | FORTE     |

<sup>102</sup> World Health Organization. Noise guidelines for the European Region. Geneva: WHO; 2018.

**Quadro 3 – Recomendações para exposição a ruído de tráfego, ruído ferroviário, ruído de aeronaves, ruído de turbinas eólicas e ruído de lazer (continuação)**

| Fonte de ruído            | Recomendação  | Evidência   |
|---------------------------|---|-------------|
| Ruído ferroviário         | Para reduzir os efeitos à saúde, recomenda-se enfaticamente que os formuladores de políticas implementem medidas adequadas para reduzir a exposição ao ruído das ferrovias na população exposta a níveis acima dos valores de referência para exposição ao ruído em média e noturna. Há, no entanto, evidências insuficientes para recomendar um tipo de intervenção em detrimento de outro.                                      | FORTE       |
| Ruído de aeronaves        | Para a exposição média ao ruído recomenda-se enfaticamente reduzir os níveis de ruído produzidos pelas aeronaves abaixo de 45 dB Lden, já que o ruído das aeronaves acima desse nível está associado a efeitos adversos à saúde.  | FORTE       |
|                           | Para exposição noturna a ruídos recomenda-se enfaticamente reduzir os níveis de ruído produzidos pelas aeronaves durante a noite abaixo de 40 dB Lnight, já que o ruído noturno de aeronaves acima deste nível está associado a efeitos adversos no sono.   | FORTE       |
|                           | Para reduzir os efeitos sobre a saúde recomenda-se enfaticamente que os formuladores de políticas implementem medidas adequadas para reduzir a exposição ao ruído de aeronaves na população exposta a níveis acima dos valores de referência para a exposição média e noturna ao ruído. Para intervenções específicas recomenda-se implementar mudanças adequadas na infraestrutura.  | FORTE       |
| Ruído de turbinas eólicas | Para a exposição média ao ruído recomenda-se condicionalmente a redução dos níveis de ruído produzidos por turbinas eólicas abaixo de 45 dB Lden, já que o ruído das turbinas eólicas acima deste nível está associado a efeitos adversos à saúde.  | CONDICIONAL |
|                           | Nenhuma recomendação é feita para a exposição noturna (Lnight) das turbinas eólicas. A qualidade da evidência da exposição noturna ao ruído das turbinas eólicas é demasiado baixa para permitir uma recomendação.  | CONDICIONAL |
|                           | Para reduzir os efeitos sobre a saúde recomenda-se condicionalmente que os formuladores de políticas implementem medidas adequadas para reduzir a exposição ao ruído de turbinas eólicas na população exposta a níveis acima dos valores de referência para a exposição média ao ruído. Nenhuma evidência está disponível, no entanto, para facilitar a recomendação de um tipo específico de intervenção em detrimento de outro. |             |
| Ruído de lazer            | Para a exposição média ao ruído recomenda-se condicionalmente reduzir a média anual de todas as fontes de ruído de lazer combinadas para 70 dB LAeq, 24h, já que o ruído de lazer acima deste nível está associado a efeitos adversos à saúde.  | CONDICIONAL |

**Quadro 3 – Recomendações para exposição a ruído de tráfego, ruído ferroviário, ruído de aeronaves, ruído de turbinas eólicas e ruído de lazer (conclusão)**

|                |   |             |
|----------------|---|-------------|
| Ruído de lazer | Para exposições a ruídos de evento único e impulso recomenda-se condicionalmente seguir as diretrizes e normas legais existentes para limitar o risco de aumento da deficiência auditiva do ruído de lazer tanto em crianças quanto em adultos.   | CONDICIONAL |
|                | Seguindo uma abordagem preventiva, para reduzir possíveis efeitos à saúde recomenda-se enfaticamente que os formuladores de políticas tomem medidas para evitar a exposição acima dos valores de referência para ruído médio e exposição a ruídos de evento único e impulso. Isso é particularmente relevante, já que um grande número de pessoas pode estar exposto e em risco de deficiência auditiva por meio do uso de estéreos pessoais. Não há evidências suficientes, no entanto, para recomendar um tipo de intervenção em detrimento de outro. | FORTE       |

Fonte: World Health Organization<sup>103</sup>.

Legenda: dB: Decibel; Lden: Indicador de ruído dia-fim-de-tarde-noite; Lnight: Indicador de ruído noturno.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S.EPA) recomenda que o limite de exposição em 24 horas para áreas residenciais não exceda o nível de ruído médio de 55 dB(A). No período noturno, entre 22:00 e 07:00 horas, o limite deve ser de 45 dB(A). Para prevenção de alterações auditivas a U.S.EPA considera o valor de médio de 70dB(A) para exposição diurna e noturna.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou em 2000 a NBR 10151 fixando as condições aceitáveis do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade<sup>104</sup>. Para sua formulação foi estabelecido o nível de critério de avaliação (NCA) em decibel escala ponderada “A” (dB(A)) para ambientes externos apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4 – Nível de critério de avaliação para ambientes externos**

| Tipos de áreas   | Diurno  | Noturno |
|--|---------|---------|
| Áreas de sítios e fazendas   | 40dB(A) | 35dB(A) |
| Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas | 50dB(A) | 45dB(A) |
| Área mista, predominantemente residencial                          | 55dB(A) | 50dB(A) |
| Área mista com vocação comercial e administrativa                  | 60dB(A) | 55dB(A) |
| Área mista, com vocação recreacional                               | 65dB(A) | 55dB(A) |
| Área predominantemente industrial                                  | 70dB(A) | 60dB(A) |

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas<sup>105</sup>.

<sup>103</sup> World Health Organization. Noise guidelines for the European Region. Geneva: WHO; 2018.

<sup>104</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT; 2000.

<sup>105</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT; 2000.

Em 2017 a ABNT publicou a revisão da NBR 10152 de 1987, estabelecendo valores de referência para níveis de pressão sonora em ambientes internos e edificações, visando a preservação da saúde e do bem-estar humano<sup>106</sup>. São considerados adequados para o uso, ambientes cujos níveis de pressão sonora sejam iguais ou inferiores aos apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5 – Valores de referência para ambientes internos de acordo com a finalidade de uso**

(continua)

| Finalidade de uso                                      | Valores de referência  |                          |
|--|------------------------|--------------------------|
|  | RL <sub>Aeq</sub> (dB) | RL <sub>ASmax</sub> (dB) |
| <b>Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias</b> |                        |                          |
| Áreas de <i>check-in</i> , bilheterias                 | 45                     | 50                       |
| Salas de embarque e circulações                        | 50                     | 55                       |
| <b>Centros Comerciais (<i>shopping centers</i>)</b>    |                        |                          |
| Circulações  | 50                     | 55                       |
| Lojas  | 45                     | 50                       |
| Praças de alimentação                                  | 50                     | 55                       |
| Garagens   | 55                     | 60                       |
| <b>Clínicas e hospitais</b>                            |                        |                          |
| Berçários  | 35                     | 40                       |
| Centros cirúrgicos                                     | 35                     | 40                       |
| Consultórios   | 35                     | 40                       |
| Enfermarias  | 40                     | 45                       |
| Laboratórios   | 45                     | 50                       |
| Quartos coletivos                                      | 40                     | 45                       |
| Quartos individuais                                    | 35                     | 40                       |
| Salas de espera  | 45                     | 50                       |
| <b>Culturais e lazer</b>                               |                        |                          |
| Salões de festa  | 40                     | 45                       |
| Restaurantes   | 45                     | 50                       |
| Cinemas  | 35                     | 40                       |
| Salas de concerto                                      | 30                     | 35                       |
| Teatros  | 30                     | 35                       |
| Templos religiosos pequenos ( $\leq 600\text{m}^2$ )   | 40                     | 45                       |
| Templos religiosos grandes ( $> 600\text{m}^2$ )       | 35                     | 40                       |
| Bibliotecas  | 40                     | 45                       |
| Museus (exposições)                                    | 40                     | 45                       |
| Estúdios de gravação audiovisual                       | 25                     | 30                       |
| <b>Educacionais</b>                                    |                        |                          |
| Circulações  | 50                     | 55                       |
| Berçário   | 40                     | 45                       |
| Salas de aula  | 35                     | 40                       |
| Salas de música  | 35                     | 40                       |

<sup>106</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152:2017. Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos e edificações. Rio de Janeiro: ABNT; 2017.

**Quadro 5 – Valores de referência para ambientes internos de acordo com a finalidade de uso**

(continuação)

| Finalidade de uso                                | Valores de referência  |                          |
|--|------------------------|--------------------------|
|  | RL <sub>Aeq</sub> (dB) | RL <sub>ASmax</sub> (dB) |
| Escritórios                                      |                        |                          |
| Centrais de telefonia ( <i>call centers</i> )    | 50                     | 55                       |
| Circulações                                      | 50                     | 55                       |
| Escritórios privativos                           | 40                     | 45                       |
| Escritórios coletivos ( <i>open plan</i> )       | 45                     | 50                       |
| Recepções  | 45                     | 50                       |
| Salas de espera                                  | 45                     | 50                       |
| Salas de reunião                                 | 35                     | 40                       |
| Salas de videoconferência                        | 40                     | 45                       |
| Esportes   |                        |                          |
| Ginásios de esportes e academias de ginástica    | 45                     | 50                       |
| Hotéis   |                        |                          |
| Quartos individuais ou suítes                    | 40                     | 45                       |
| Salões de convenções                             | 40                     | 45                       |
| Áreas de serviço                                 | 50                     | 55                       |
| Circulações                                      | 45                     | 50                       |
| Residências                                      |                        |                          |
| Dormitórios                                      | 35                     | 40                       |
| Salas de estar                                   | 40                     | 45                       |
| Salas de cinema em casa ( <i>home theaters</i> ) | 40                     | 45                       |
| Outros   |                        |                          |
| Auditórios grandes (>600m <sup>2</sup> )         | 30                     | 35                       |
| Auditórios pequenos (≤600m <sup>2</sup> )        | 35                     | 40                       |
| Cozinhas e lavanderias                           | 50                     | 55                       |
| Tribunais  | 40                     | 45                       |

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas<sup>107</sup>.

Legenda: dB: Decibel; L<sub>Aeq</sub>: Exposição sonora equivalente ponderada por período de tempo; L<sub>Amax</sub>: Nível máximo de pressão sonora em um intervalo declarado

O artigo 42 da Lei Federal das Contravenções Penais, Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941<sup>108</sup>, estabelece multa ou reclusão de quinze dias a três meses, ao cidadão que perturbar o sossego alheio com gritaria e algazarra, por exercer profissão incômoda ou ruidosa, abusar de instrumentos sonoros e provocar o barulho animal.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução Conama nº2, de 08/03/1990 instituiu o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora, conhecido como Programa Silêncio, sob a coordenação do Instituto

<sup>107</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152:2017. Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos e edificações. Rio de Janeiro: ABNT; 2017.

<sup>108</sup> Brasil [Internet]. Brasília: Coleção de Leis do Brasil; 1941 [cited 2021 May 11]. Decreto-Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941; [about 8 screens]. Available from: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-3688-3-outubro-1941-413573-publicacaooriginal-1-pe.html>

Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)<sup>109</sup>. O Programa Silêncio tem como objetivos: promover capacitação para controle dos problemas relacionados à poluição sonora nos órgãos do meio ambiente estaduais e municipais; promover ações educativas junto à população sobre os efeitos prejudiciais do ruído; incentivar a utilização de máquinas e equipamentos com menor emissão de NPS; capacitar recursos humanos para apoio técnico e logístico para receber denúncias e adotar providências no controle da poluição sonora dentro da Polícia Civil e Militar e promover convênios com órgãos e entidades que direta ou indiretamente possam contribuir para o desenvolvimento do Programa Silêncio. Por meio da resolução fica estabelecida necessidade cumprimento das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, para estabelecimento dos níveis de ruído aceitáveis visando o conforto da comunidade e conforto acústico.

No município de Belo Horizonte, a Lei 9.505/2008<sup>110</sup>, dispõe sobre o controle de ruídos, sons e vibrações, sendo os limites de emissão determinados pelos períodos do dia, divididos em: período diurno, compreendido das 07h01m às 19h, sendo permitido o limite de 70dB(A); período vespertino compreendido das 19h01m às 22h, sendo permitido o limite 60dB(A) e período noturno, compreendido entre 22h01m e 23h59m, sendo permitido o limite de 50dB(A) e 0h e 07h, sendo permitido o limite de 45dB(A). De acordo com esta lei, às sextas-feiras, sábados e vésperas de feriado é admitido até às 23h o nível de ruído correspondente ao período vespertino.

A lei prevê ainda que serviços de construção civil não passíveis de confinamento não podem ultrapassar níveis de 80dB(A), no período das 10h às 17h. Os serviços de construção civil com geração de ruídos precisam de autorização da Secretaria Municipal de Meio Ambiente quando forem executados aos domingos e feriados em qualquer horário; aos sábados e dias úteis em horário vespertino ou noturno.

Para estabelecimentos e atividades que provocam poluição sonora e perturbação do sossego público, a lei estabelece que devem ser adotadas medidas eficientes de controle: tratamento acústico, restrição de horário de funcionamento,

---

<sup>109</sup> Conselho Nacional do Meio Ambiente [Internet]. Brasília: CONAMA; 1990 [cited 2021 May 11]. Resolução Conama nº 2, de 8 de março de 1990; [about 1 screen]. Available from: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=99>

<sup>110</sup> Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2008 [cited 2021 May 11]. Lei nº 9.505, de 23 de janeiro de 2008; [about 6 screens]. Available from: <https://cmbhsildownload.cmbh.mg.gov.br/silinternet/servico/download/documentoDaNorma?idDocDaNorma=2c907f7650d8c0ce01513462f80c05f2>

restrição de áreas de permanência de público, contratação de funcionários para controle de ruídos provocados por seus frequentadores e disponibilização de estacionamento coberto para os frequentadores.

A fiscalização do cumprimento da Lei 9.505/2008 é realizada pela Secretaria Municipal Adjunta de Fiscalização (Smafis) com fiscalizações agendadas, preventivas e de pronto atendimento a partir de denúncias do “Disque sossego”. A lei estabelece como atribuições da fiscalização municipal ruídos provocados por atividades industriais, comerciais, prestação de serviços, sociais e recreativas. Não são incluídas no universo de atendimento as reclamações referentes a latidos de cães e canto de galos em residências; barulho de trânsito de veículos e de brigas/algazarra em via pública; ruídos de vizinhos em suas residências (situações domésticas); ruídos provocados por manifestações grevistas, sem uso de equipamentos de som; disparos de alarmes de veículos; reclamações de outros municípios; e festas em residências<sup>111</sup>.

É importante ressaltar, que cabe a cada um dos municípios brasileiros estabelecer limites de emissão de níveis de pressão sonora, relacionados aos períodos do dia e da noite, podendo os mesmos diferirem em regiões do Brasil.

### 3.4 Modelo conceitual

O modelo conceitual adotado nesta tese foi desenvolvido a partir da adaptação dos modelos conceituais de Galea *et al.*<sup>112</sup>, Caiaffa *et al.*<sup>113</sup>, Dzhambov *et al.*<sup>114</sup> e Gomez *et al.*<sup>115</sup>, que consideram que o processo de urbanização pode influenciar nas características sociodemográficas e nos atributos físicos da vizinhança (Figura 1). A presença do ruído ambiental surge como parte dessas modificações. As condições de saúde, bem-estar e qualidade de vida sofrem os efeitos das transformações do

<sup>111</sup> Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2008 [cited 2021 May 11]. Lei nº 9.505, de 23 de janeiro de 2008; [about 6 screens]. Available from: <https://cmbhsildownload.cmbh.mg.gov.br/silinternet/servico/download/documentoDaNorma?idDocDaNorma=2c907f7650d8c0ce01513462f80c05f2>

<sup>112</sup> Galea S, Freudenberg N, Vlahov D. Cities and population health. *Soc Sci Med.* 2005 Mar;60(5):1017-33.

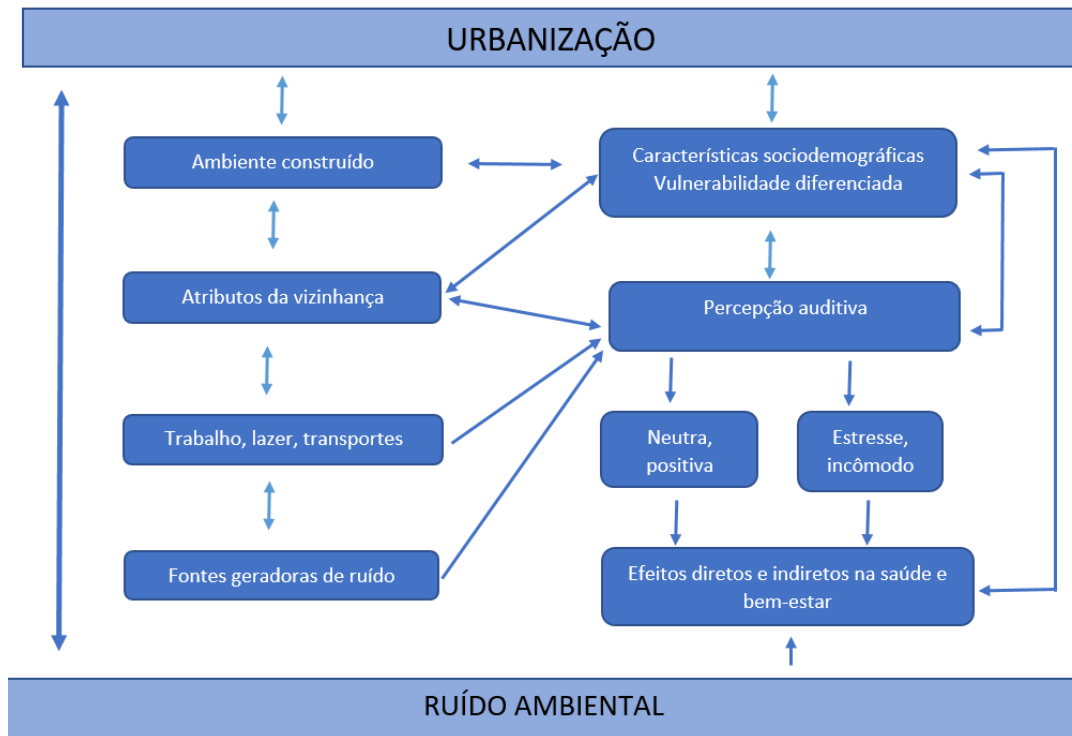
<sup>113</sup> Caiaffa WT, Ferreira FR, Ferreira AD, Oliveira CL, Camargos VP, Proietti FA. Urban health: "the city is a strange lady, smiling today, devouring you tomorrow". *Ciênc Saúde Coletiva.* 2008 Dec;13(6):1785-96.

<sup>114</sup> Dzhambov AM, Markevych I, Tilov B, Arabadzhiev Z, Stoyanov D, Gatseva P, et al. Pathways linking residential noise and air pollution to mental ill-health in young adults. *Environ Res.* 2018 Oct;166:458-65.

<sup>115</sup> Gomez LF, Soto-Salazar C, Guerrero J, Garcia M, Parra DC. Neighborhood environment, self-rated health and quality of life in Latin America. *Health Promot Int.* 2020 Apr;35(2):196-204.

ambiente de moradia, e os desfechos de saúde são mediados pela exposição e percepção do ruído no contexto.

**Figura 1 – Modelo conceitual da relação entre urbanização e ruído ambiental**



Fonte: Adaptado de Galea *et al.*<sup>116</sup>, Caiaffa *et al.*<sup>117</sup>, Dzhambov *et al.*<sup>118</sup> e Gomez *et al.*<sup>119</sup>

<sup>116</sup> Galea S, Freudenberg N, Vlahov D. Cities and population health. *Soc Sci Med.* 2005 Mar;60(5):1017-33.

<sup>117</sup> Caiaffa WT, Ferreira FR, Ferreira AD, Oliveira CL, Camargos VP, Proietti FA. Urban health: "the city is a strange lady, smiling today, devouring you tomorrow". *Ciênc Saúde Coletiva.* 2008 Dec;13(6):1785-96.

<sup>118</sup> Dzhambov AM, Markevych I, Tilov B, Arabadzhiev Z, Stoyanov D, Gatseva P, et al. Pathways linking residential noise and air pollution to mental ill-health in young adults. *Environ Res.* 2018 Oct;166:458-65.

<sup>119</sup> Gomez LF, Soto-Salazar C, Guerrero J, Garcia M, Parra DC. Neighborhood environment, self-rated health and quality of life in Latin America. *Health Promot Int.* 2020 Apr;35(2):196-204.



## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

O objetivo geral da tese foi verificar a prevalência do incômodo provocado pelo ruído urbano e analisar os fatores individuais, sociodemográficos e características da vizinhança relacionados à esta percepção, na população residente no município de Belo Horizonte.

### **4.2 Objetivos específicos**

- a) Analisar a associação entre o incômodo provocado pelo ruído com fatores individuais e sociodemográficos e a autopercepção de vizinhança na população participante do “Estudo Saúde em Beagá” (Artigo 1);
- b) Analisar a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança, por meio da Observação Social Sistemática (OSS), nos setores censitários amostrados no “Estudo Saúde em Beagá” (Artigo 2).

## 5 MÉTODOS

Estudo epidemiológico multimétodo que englobou o inquérito de base populacional: “Estudo Saúde em Beagá” (SBH) e o estudo ecológico observacional analítico: “Projeto Observação Social Sistemática” (OSS), inquérito de saúde com base domiciliar, desenvolvido sob coordenação do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte (OSUBH) - Grupo de Pesquisa em Epidemiologia (GPE/CNPq/UFMG), no biênio 2008-2009, em dois dos nove distritos sanitários de Belo Horizonte.

O estudo “Saúde em Beagá” foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o parecer ETIC n. 253/06 (Anexo A). Todos os participantes concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

### 5.1 O município de Belo Horizonte

O município de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, situa-se na região sudeste do Brasil, com uma área de aproximadamente 331 quilômetros quadrados. Possui população no último censo de 2.375.151 e população estimada em 2020 de 2.521.564 pessoas, sendo a sexta cidade mais populosa do Brasil. Possui Índice de Desenvolvimento Humano de 0,810, sendo o segundo município no ranking estadual e o 20º no ranking federal<sup>120</sup>.

Belo Horizonte foi uma cidade planejada para abrigar a capital mineira, que antes era em Ouro Preto. Em um decreto do ano de 1894, foi criada a Comissão Construtora da Nova Capital, sob a chefia do engenheiro Aarão Reis. A chegada da comissão e o início da construção da capital foi marcada por demolições, desmatamento, abertura de ruas e surgimento de novas edificações. A planta da capital foi inspirada nas cidades de Washington e La Plata e o projeto inicial previa zonas: urbana, suburbana e rural, cada uma delas destinada a um papel específico na dinâmica orgânica da cidade. A zona urbana seria a região que abrigaria as principais instituições da capital. Envolvendo a zona urbana estaria a zona suburbana, que seria por sua vez circundada pela zona rural. À época, as classes mais pobres do

---

<sup>120</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; c2017 [cited 2021 May 9]. Belo Horizonte: Panorama; [about 2 screens]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>

antigo Arraial, não receberam nenhuma atenção no planejamento da cidade, o que gerou muitas críticas pelo projeto excludente da capital<sup>121</sup>.

A paisagem urbana atual é resultado das políticas de uso e ocupação do solo das décadas de 1980 e 1990, na quais houve o aumento da verticalização, mudança de uso dos imóveis e concentração de atividades econômicas em algumas regiões do município. O padrão de crescimento desigual ocasionado pela urbanização da capital tem agravado as questões de mobilidade e ocupação do solo, resultando em uma cidade com muitas desigualdades<sup>122</sup>.

Além do Plano Diretor do município (Lei Municipal nº 11.181/19)<sup>123</sup>, existem os Planos Diretores das Regiões Administrativas de Belo Horizonte: Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova. A construção dos planos diretores regionais conta com a participação da população em seu processo de elaboração e tem como objetivo garantir a efetivação dos princípios contidos no Plano Diretor municipal, para definição de uma estrutura urbana na qual os ônus e benefícios do processo e urbanização seja mais igualitário nas diversas áreas da cidade<sup>124</sup>.

---

<sup>121</sup> Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2014 [cited 2021 May 16]. Concurso público nacional de projeto de arquitetura para o Centro Administrativo do município de Belo Horizonte: Anexo IV – Síntese da História de BH; [about 9 screens]. Available from: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca\\_anexo\\_iv\\_-\\_sintese\\_da\\_historia\\_de\\_bh.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca_anexo_iv_-_sintese_da_historia_de_bh.pdf)

<sup>122</sup> Barbosa E, Fernandes P. Formas espontâneas e induzidas: comparando São Paulo, Jacarta, Hanoi e Belo Horizonte. *Revista de Morfologia Urbana*. 2015 Jul;3(2):85-102.

<sup>123</sup> Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2019 [cited 2021 May 16]. Plano Diretor – Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019; [about 2 screens]. Available from: <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/plano-diretor/proposta>

<sup>124</sup> Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2020 [cited 2021 May 16]. Planos Diretores Regionais; [about 2 screens]. Available from: <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/plano-diretor/regionais>

**Figura 2 – Mapa do município de Belo Horizonte com a divisão por distritos**



Fonte: Prodabel, disponibilizada pelo Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte.

## 5.2 Método Artigo 1

### 5.2.1 Estudo Saúde em Beagá (SBH)

A amostra do inquérito domiciliar foi obtida por meio de delineamento amostral probabilístico, estratificado, por conglomerados em três estágios, sendo selecionados os setores censitários, os domicílios e dentro de cada domicílio um indivíduo adulto (idade igual ou superior a 18 anos). A região geográfica do estudo foi composta pelos distritos sanitários Oeste e Barreiro, do município de Belo Horizonte. O Índice de Vulnerabilidade à Saúde (IVS) foi utilizado como fator de estratificação para garantir a presença proporcional de todos os níveis socioeconômicos na amostra (Figura 3). O IVS é um indicador da Secretaria Municipal de Saúde que abrange aspectos relacionados ao saneamento, habitação, educação, renda, indicadores sociais e de saúde<sup>125</sup>.

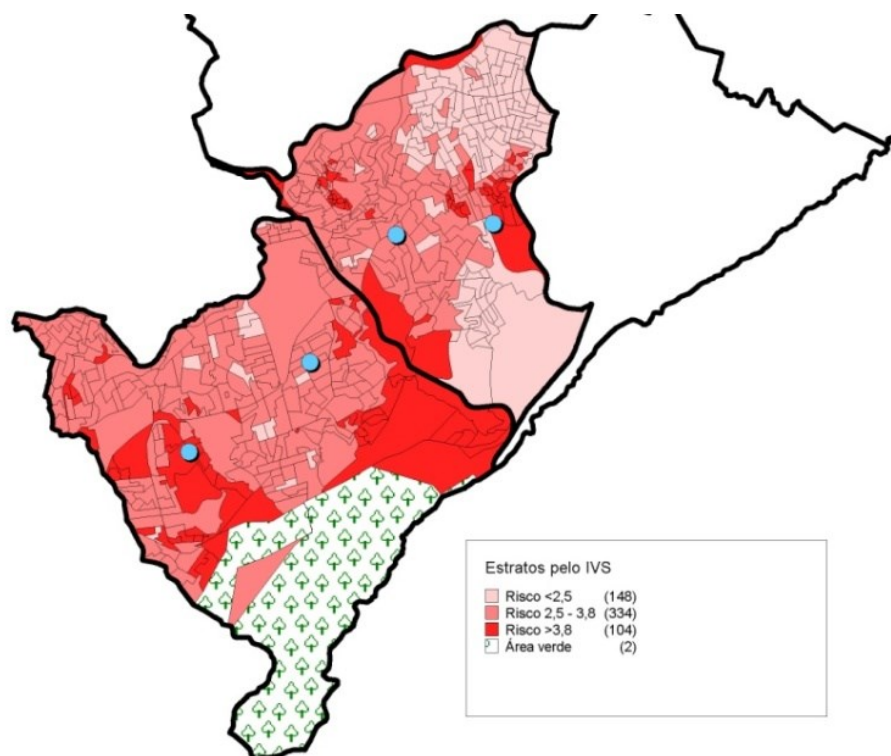
<sup>125</sup> Caiaffa WT, Proietti FA, Xavier CC, César CC, Sales ADF, Abreu MNS et al. O Estudo Saúde em Beagá. In: Friche AAL, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT, organizadores. Saúde urbana em Belo Horizonte. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2015. p. 39-72.

Para a coleta de dados foram utilizados instrumentos elaborados especificamente para este estudo e outros validados em estudos anteriores, por meio de entrevistas face a face. O questionário contemplou os seguintes aspectos: demográficos e socioeconômicos do domicílio e questões individuais agregadas nos seguintes módulos: domiciliar; sociodemográfico; mobilidade; determinantes sociais; saúde; hábitos e comportamentos e deficiência. O questionário foi respondido face a face, com duração aproximada de 40 minutos.

A variável-resposta foi a percepção do ruído, investigada pela pergunta: “Pensando na sua vizinhança o ruído/barulho te incomoda?”. As variáveis explicativas foram agrupadas nos seguintes domínios: sociodemográfico, determinantes sociais, autoavaliação de saúde, autorrelato de doenças, qualidade de vida.

Os métodos serão apresentados detalhadamente no Artigo 1, contido na seção de resultados deste volume.

**Figura 3 – Setores censitários dos distritos sanitários Oeste e Barreiro, de Belo Horizonte, de acordo com o IVS**



Fonte: Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte.

## 5.3 Método do artigo 2

### 5.3.1 Observação Social Sistemática (OSS)

Para conhecer as características do entorno físico e social da vizinhança foi utilizado o instrumento de Observação Social Sistemática (OSS) das vizinhanças participantes do Estudo Saúde em Beagá. O instrumento de coleta alocou as variáveis nos domínios físico, social, caracterização dos imóveis, estético, serviços e segurança. Dentre os atributos avaliados foi realizada mensuração do ruído medido em cada seguimento em três pontos diferentes, durante três minutos, de cinco em cinco segundos. O ruído também foi caracterizado quanto à sua origem: convívio, discussão, gritos, choro, risadas, brincadeira de criança, instrumentos musicais, eletrodomésticos, sistemas de climatização, sistemas de ventilação, sistemas de bombeamento hidráulico, compressores, motos, veículos pesados, veículos leves, aeronaves, trens, estouros, ruído de construções, alarmes, pássaros, cachorros.

A área de estudo correspondeu às unidades geográficas do SBH, descrito anteriormente. A unidade de estudo foi o segmento de rua. Considerando-se que o quarteirão típico de Belo Horizonte tem 100m de extensão, foram considerados elegíveis quaisquer segmentos de rua até 100m dos domicílios amostrados, ou, mais precisamente, qualquer segmento que pudesse ser alcançado, mesmo que parcialmente, caso o morador caminhasse a partir de seu domicílio por 100m em qualquer direção<sup>126,127,128</sup>.

A variável desfecho foi o nível de pressão sonora (NPS) mensurado em 142 das 147 vizinhanças nas quais a OSS foi realizada. As variáveis explicativas foram o IVS, as fontes de ruído e os indicadores de atributos da vizinhança.

Os métodos serão apresentados detalhadamente no Artigo 2, contido na seção de resultados deste volume.

---

<sup>126</sup> Freitas ED, Camargos VP, Xavier CC, Caiaffa WT, Proietti FA. A systematic social observation tool: methods and results of inter-rater reliability. *Cad Saúde Pública*. 2013 Oct;29(10):2093-104.

<sup>127</sup> Célio FA, Xavier CC, Andrade ACS, Camargos VP, Caiaffa WT, Friche AAL, et al. Individual characteristics associated with perception of the local neighborhood's territory. *Cad Saúde Pública*. 2014 Sep;30(9):1935-46.

<sup>128</sup> Costa DAS, Mingoti SA, Andrade ACS, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT. Indicators of physical and social neighborhood attributes measured by the Systematic Social Observation method. *Cad Saúde Pública*. 2017 Aug;33(8):e00026316.

## **6 RESULTADOS**

Os resultados desta tese apresentam-se, a seguir, por meio de dois artigos. O primeiro investigou a associação entre o incômodo provocado pelo ruído com fatores individuais e sociodemográficos e a autopercepção de vizinhança no município de Belo Horizonte. Esse artigo está formatado conforme as normas da Revista Brasileira de Epidemiologia, tendo recebido aprovação para publicação no dia 14 de abril de 2021 (Anexo B). O segundo teve como objetivo analisar a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança, e será submetido ao Journal of Urban Health.

**6.1 Artigo de resultados 1: Percepção do ruído como incômodo, características sociodemográficas, de saúde e percepção da vizinhança em uma metrópole brasileira: Estudo Saúde em Beagá**

Noise annoyance, sociodemographic and health patterns in a Brazilian metropolis: *The BH Health Study*

Noise annoyance and neighborhood perceptions in a Brazilian metropolis

Fernanda Abalen Martins Dias <sup>1,2,3</sup> (fernandaabalen@gmail.com; 0000-0001-8348-7376)

Waleska Teixeira Caiaffa <sup>1,2</sup> (caiaffa.waleska@gmail.com; 0000-0001-5043-4980)

Dário Alves da Silva Costa <sup>2</sup> (darioalvessc@gmail.com; 0000-0002-5959-0370)

César Coelho Xavier <sup>2,4</sup> (cesarcoxavier@gmail.com; 0000-0001-9089-3276)

Fernando Augusto Proietti <sup>2,5</sup> (fernandoaproietti@gmail.com; 0000-0002-7779-1483)

Amélia Augusta de Lima Friche <sup>1,2</sup> (gutafriche@gmail.com; 0000-0002-2463-0539)

<sup>1</sup> Faculty of Medicine, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

<sup>2</sup> Belo Horizonte Urban Health Observatory, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

<sup>3</sup> Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

<sup>4</sup> Faculty of Health and Human Ecology, Vespasiano, Minas Gerais, Brazil.

<sup>5</sup> René Rachou Research Center, Oswaldo Cruz Foundation, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

**Author's indication for mailing:** Fernanda Abalen Martins Dias. Faculty of Medicine, Federal University of Minas Gerais. Belo Horizonte Urban Health Observatory. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. 190 Alfredo Balena Avenue – room 730. E-mail: fernandaabalen@gmail.com



**Conflicts of interests:** there is no conflict of interest.

**Financial support:** National Health Fund of the Brazilian Ministry of Health (grant 25000.102984/2006-97); National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) grants 475004/2006-0 and 409688/2006-1); Minas Gerais State Research Foundation (FAPEMIG) grant APQ-00975-08); A.A.L. Friche (grant: 432543/2016-3). W.T. Caiaffa and F.A. Proietti are CNPq productivity fellows.

**Acknowledgments:** The authors wish to thank the members and coordinators of the Belo Horizonte Observatory for Urban Health who participated in *The BH Health Study* and the Belo Horizonte Municipal Health Department for its support. For funding *The BH Health Study*, the authors thank the National Health Fund of the Brazilian Ministry of Health (grant 25000.102984/2006-97), CNPq (grants 475004/2006-0 and 409688/2006-1) and FAPEMIG (grant APQ-00975-08).

**CEP approval number:** ETIC 253/06

**Contributors:** FAMD contributed to the literature review, data analysis and writing of the manuscript. WTC contributed to the conceptualization of the study, acquisition of the data, and review of the final version of the manuscript. DASC contributed to the data analysis, analytical discussion and review of the final version of the manuscript. CCX contributed to the study design and review of the final version of the manuscript. FAP contributed to the study design and review of the final version of the manuscript. AALF contributed to the design and acquisition of the data, theoretical and analytical discussion and writing of the manuscript.

## RESUMO

**Objetivo:** analisar a associação entre o incômodo provocado pelo ruído com fatores individuais e sociodemográficos e a autopercepção de vizinhança em um centro urbano. **Métodos:** os dados foram coletados por meio de um estudo transversal de base populacional desenvolvido em dois dos nove distritos sanitários do município de Belo Horizonte, Minas Gerais no período de 2008 a 2009. Participaram do estudo 3.934 indivíduos, de ambos os sexos, com 18 anos ou mais de idade. A variável resposta foi a percepção do ruído, investigada pela pergunta: “Pensando na sua vizinhança o ruído/barulho te incomoda?”. As variáveis explicativas foram agrupadas nos seguintes domínios: sociodemográfico, determinantes sociais, autoavaliação de saúde e autorrelato de doenças. **Resultados:** para as mulheres a prevalência do incômodo ao ruído foi de 47,0% e para os homens foi de 39,8%. Para ambos os sexos o incômodo ao ruído foi independentemente associado ao trânsito ruim e presença de música alta, discussões e festas até tarde. **Conclusões:** diferenças entre os sexos foram observadas para associação entre o incômodo ao ruído e características sociodemográficas e morbidade autorreferida. O trânsito e os costumes sociais se configuraram como a principal fonte geradora de ruído nas regiões estudadas.

**Palavras-chave:** Saúde urbana. Ruído. Vizinhança. Incômodo. Percepção.

## ABSTRACT

**Objective:** The present study aims to analyze the association between noise annoyance with individual and sociodemographic factors and self-perception of neighborhood in an urban center. **Method:** data was collected through a population-based cross-sectional study in two of the nine health districts in the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil from 2008 e 2009. The study included 3,934 individuals of both sexes, aged 18 years and over. The output variable was the self-perception of noise, investigated by the question: “Regarding your neighborhood, does noise bother you?” The explanatory variables were grouped into the following domains: sociodemographic, social determinants, health self-assessment and self-reported disease. **Results:** the prevalence of noise nuisance was 47.0% for women and 39.8% for men. For both sexes, noise annoyance was independently associated with bad traffic and presence of loud music, discussions and late-night parties. **Conclusion:** gender differences were observed for association between noise annoyance and sociodemographic characteristics and self-reported morbidity. Traffic and social customs were the main sources of noise in the regions under study.

**Keywords:** Urban health. Noise. Neighborhood. Annoyance. Self-perception.

## INTRODUCTION

Urbanization as a global phenomenon led to the restructuring of the nature of cities and, as consequence, caused unfavorable conditions for health and wellbeing<sup>1</sup>. Among the unfavorable environmental conditions associated with urbanization, noise is an invisible threat to the health of urban dwellers<sup>2</sup>. Noise appears by a combination of sounds coming from different sources such as: traffic of cars, buses, trains and airplanes; industrial activities; leisure and sports activities, being difficult to measure the isolated annoyance produced by each source. The soundscape of urban environments encompasses noise-generating sources and other sources that promote the disturbance of silence, being observable in lifestyle, leisure, culture and sports incorporated into people's daily lives<sup>3</sup>.

The World Health Organization updated in 2018 its guidelines for Europe and classified health outcomes related to exposure to urban noise into critical and important. Within critical outcomes were considered: cardiovascular diseases, annoyance, sleep disorders, cognitive impairment, hearing loss and tinnitus. Important outcomes included obstetrical adverse outcomes, quality of life, wellbeing and mental health, as well as metabolic disorders<sup>3</sup>.

Urban noise effects can be estimated objectively by measuring environmental sound pressure levels and subjectively by the annoyance it causes. Noise annoyance is one of the most studied metrics for surveying the impacts of exposure to urban noise<sup>2,4-11</sup>. It is a sensitive indicator of the adverse effects of noise exposure on quality of life, and can be consider a marker of health outcomes associated with noise exposure<sup>12</sup>.

There is a paucity of studies on self-perception of noise in urban environments in Latin America. The size heterogeneity and fast-growing characteristics of Latin American cities make them relevant for investigating how urban environments influence health and environmental sustainability<sup>13</sup>. Investigating the outcomes associated with self-perception of urban noise is

therefore justified by the need for data to support public policies for its control and consequent reduction of its effects on health.

The present study aims to analyze the association between noise annoyance with individual and sociodemographic factors and self-perception of neighborhood in an urban center.

## **METHODS**

This is a population-based cross-sectional study using data from the “*Beagá* Health Study” (BHS) survey, developed by the Belo Horizonte Urban Health Observatory (OSUBH) of the Federal University of Minas Gerais (UFMG), from 2008 e 2009 in two of the nine health districts of Belo Horizonte. The BHS is a household-based survey that aimed to evaluate aspects of the population's ways and lifestyles, quality of life and self-rated health. Details of the study design have been reported previously<sup>14</sup>.

### **Sample and data collection instruments**

Probabilistic sample design, stratified by clusters, in three stages: first, the census tracts were selected, then the households and within each household an adult individual (18 years and older). A total of 149 census tracts were selected. OSUBH researchers elaborated a questionnaire, based on national and international epidemiological researches, thus enabling comparability with previously published studies. The questionnaire was answered face to face, with an approximate duration of 40 minutes, comprising questions aggregated in the following modules: home, sociodemographic, mobility, social determinants, health, habits and behaviors<sup>14</sup>. The initial sample was 4,048 individuals. Participants who reported hearing impairment, partial deafness, total deafness and did not respond to the outcome were excluded, resulting in 114 exclusions. Thus, the final sample was composed of 3,934 individuals.

### **Response variable**

The response variable was the self-perception of noise, investigated by the question: “*Regarding your neighborhood, does noise bother you?*” (yes, no, don't know, didn't answer).

### **Stratification variable**

The World Health Organization recommends that a population's health information should be analyzed according to sex along at least two other social determinants<sup>15</sup>. In addition, studies have shown that noise perception and annoyance is different among men and women<sup>16,17</sup>. Thus, in the current study, the stratification variable was sex.

### **Explanatory variables**

The individual level explanatory variables were grouped into the following domains: sociodemographic, neighborhood perception, self-rated health, self-reported diseases and sleep quality.

Sociodemographic variables analyzed were: education, marital status and family income.

In the neighborhood perception domain, the variables traffic and presence of noise generating sources were included. Perception about traffic was assessed by asking, "*How do you rate traffic in your neighborhood?*". The answers: "very good" and "good" were grouped and considered as "good" and the answers "bad" and "very bad" were grouped and considered as "bad". The presence of noise-generating sources related to habits and behaviors was assessed by asking: a) "*Are there people or places in your neighborhood where you usually hear loud music, talk loudly or party late into the night?*"; b) "*is there noise of gunfire in your vicinity?*" (yes, no, don't know, didn't answer).

The current health condition was assessed by asking, "*In general how would you say your health is?*" (very good or good, fair, bad or very bad). The occurrence of chronic diseases was investigated by the question "*Has a doctor or other healthcare professional ever said that you have any of these chronic diseases listed below: hypertension, depression, migraine,*

*digestive disorder, mental disease?"* (yes/no). Sleep quality was assessed by asking, "*In the last 30 days have you slept badly?"* (yes, no, don't know, didn't answer).

Due to the small number of observations, for all questions, “don't know” and “didn't answer” answer options, as well as missing data, were removed from the analysis.

At the neighborhood level, the explanatory variable was the census tract of residence.

The variables age and residence time were used with individual adjustment variables in the univariate and multivariate analyzes.

### **Statistical analysis**

After a descriptive analysis an univariate analysis was performed adjusted for age and residence time. Variables that were associated at a level of 20% with noise self-perception were considered candidates to enter the multivariable analysis, in the further step<sup>18-20</sup>. The following categories were considered as references according to the respective elected variables: 0 to 4 years of schooling; single marital status; family income less than 2 minimum wages; good traffic; absence of high volume music, late night parties; no sound of gunfire; sleep well; do not work; very good or good health self-assessment; migraine not mentioned; hypertension not reported; mental disorders not mentioned; digestive disorders not reported; do not refer diabetes and do not refer heart disease.

Finally, multilevel multiple logistic regression analysis was performed, as follows<sup>21-23</sup>: (1) analysis of variance with random effects for level 1 and level 2; (2) model fit with level 1 variables (individual variables); (3) adjustment of the complete model by adding the level 2 variable (census tract); (4) comparison of models by the maximum likelihood method. The magnitude of the associations was estimated by odds ratios (OR) and their respective 95% confidence intervals and significance level at 5%.



To translate the neighborhood level variability (census tract), the median odds ratio (MOR) was calculated. Its calculation allows determining whether the probability of the individual reporting the event is related to contextual phenomena<sup>22</sup>.

All analyzes were performed using the Stata version 12 software, using the Generalized Linear Latent and Mixed Models (GLLAMM) command and the Survey (svy), considering the sample design.

The BHS study was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Minas Gerais (protocol number ETIC 253/06) and the Research Ethics Committee of the SMSA Department (opinion number 073.2008). All participants signed the Informed Consent Form.

## RESULTS

A total of 3,934 adults of both sexes participated in this study, being 59.2% female (mean age 44.8 years; SD: 16.7) and 40.8% male (mean age 43.2 years SD: 17.0). The prevalence of noise annoyance was 47.0% for women and 39.8% for men.

Among men, regarding years of schooling, 22.7% had between 0 and 4 years, 21.9% had between 5 and 8 years, 36.7% had between 9 and 11 years and 18.7% had 12 or more years. Regarding marital status, 31.8% were single, 59.9% were married, in free union or couple, 5.5% were separated or divorced and 2.8% widowed. In relation to family income, 19.4% was less than 2 minimum wages, 47.9% was 2 to 5 minimum wages, 19.2% was 5 to 10 minimum wages and 13.5% was greater than or equal to 10 minimum wages. In relation to work, 4.0% did not work, 72.6% worked and 23.4% worked in the past but not anymore. Regarding the health vulnerability index (IVS), 18.8% lived in census tracts with low risk, 38.3% lived in census tracts with middle risk and 42.9% lived in census tracts with high or very high risk. In relation to traffic, 71.1% considered traffic as good and 28.9% as bad. Presence of loud music, discussions and parties until late at night in their neighborhood was reported by 42.2% and presence of gunfire sounds was reported by 57.0%. When asked about sleep, 27.1% of men reported poor sleep. Regarding self-reported health conditions, 69.9% considered their health very good or good, 7.0% referred migraine, 27.6% referred high blood pressure, 8.1% referred depression, 2.3% referred mental disorder, 9.3% referred digestive disorder, 7.0% referred diabetes and 5.9% referred heart disease (Table 1).

Among women, regarding years of schooling, 28.0% had between 0 and 4 years, 21.1% had between 5 and 8 years, 34.2% had between 9 and 11 years and 16.7% had 12 or more years. Regarding marital status, 29.0% were single, 48.6% were married, in free union or couple, 10.2% were separated or divorced and 12.2% widowed. In relation to family income, 31.5%

was less than 2 minimum wages, 44.3% was 2 to 5 minimum wages, 14.4% was 5 to 10 minimum wages and 9.8% was greater than or equal to 10 minimum wages. In relation to work, 13.7% did not work, 53.2% worked and 33.1% worked in the past but not anymore. Regarding the health vulnerability index (IVS), 19.8% lived in census tracts with low risk, 38.4% lived in census tracts with middle risk and 41.8% lived in census tracts with high or very high risk. In relation to traffic, 67.0% considered traffic as good. Presence of loud music, discussions and parties until late at night in their neighborhood was reported by 43.0% and presence of gunfire sounds was reported by 59.8%. When asked about sleep, 41.8% of women reported poor sleep quality. Regarding self-reported health conditions, 63.8% considered their health very good or good, 22.7% referred migraine, 32.1% referred high blood pressure, 22.7% referred depression, 4.2% referred mental disorder, 15.9% referred digestive disorder, 8.4% referred diabetes and 7.1% referred heart disease (Table 1).

In the univariate analysis for men, associations at a level of 20% were observed between noise annoyance and the following variables: 9 to 11 years of education ( $p=0.089$ ); 12 or more years of education ( $p=0.036$ ); married, free union, couple ( $p=0.005$ ); separated or divorced ( $p=0.099$ ); widowed ( $p=0.022$ ); bad traffic ( $p<0.001$ ); presence of loud music, discussions and late-night parties ( $p<0.001$ ); presence of gunfire sounds ( $p<0.001$ ); poor sleep ( $p=0.001$ ) and self-reported digestive disorders ( $p=0.169$ ). Associations at a level of 20% were observed for women between noise annoyance and the following variables: 5 to 8 years of education ( $p=0.188$ ); 9 to 11 years of education ( $p=0.073$ ); separated or divorced ( $p=0.02$ ); widowed ( $p=0.184$ ); bad traffic ( $p<0.001$ ); presence of loud music, discussions and party until late at night ( $p<0.001$ ); sound of gunfire ( $p<0.001$ ); poor sleep ( $p<0.001$ ); fair self-rated health ( $p=0.002$ ), migraine ( $p=0.014$ ), depression ( $p=0.030$ ), mental disorder ( $p=0.009$ ), and digestive disorder ( $p=0,002$ ) (Table 2).

The final multivariable analysis model for men indicated that the chance of perceiving noise as annoyance increases 73.0% among men who are married, in free union or couple (OR = 1.73; CI = 1.13-2.67; p=0.012) and at 287.0% among men who are widowed (OR = 2.87; CI = 1.06-7.81; p=0.039) when compared to men who are single. The chance of perceiving noise as an annoyance was 71.0% higher among those who considered traffic as bad (OR = 1.71; CI = 1.22-2.38; p=0.002). The perception of the presence of loud music, discussions and parties until late increases the chance to perceive noise as annoyance in 364.0% (OR = 3.64; CI = 2.55-5.21; p<0.001). The perception of noise as an annoyance was 81.0% higher when gunfire sounds are present (OR = 1.81; CI = 1.26-2.60; p=0.001) (Table 2).

The final model of multivariable analysis for women indicated that the chance of perceiving noise as an annoyance was 55.0% lower among women who are separated or divorced (OR = 0.55; CI = 0.31-0.98) when compared to single women. The chance of perceiving noise as an annoyance was 73.0% higher among those who considered traffic as bad (OR = 1.73; CI = 1.28-2.34; p<0.001). Regarding the perception of the presence of loud music, discussions, and parties until late, the chance of perceiving noise as an annoyance was 311.0% higher (OR = 3.11; CI = 2.38-4.06; p<0.001). Still, noise perception as an annoyance was 45.0% higher when there is perception of the sound of gunfire (OR = 1.45; CI = 1.06-1.98; p=0.020); 66.0% higher when sleeping poorly (OR = 1.66; CI = 1.31-2.11; p<0.001) and 52.0% higher when there is digestive disease (OR = 1.52; CI = 1.10-2.1; p= 0.0121) (Table 2).

MOR for males was 1.89 and for females 1.71, indicating that the neighborhood has contributed to the variance in noise perception.

## DISCUSSION

The present study analyzed the individual characteristics and environmental perception related to annoyance produced by noise, revealing that the variables: bad traffic, presence of loud music, discussions and late-night parties are independently associated with self-perception of noise as annoyance.

The prevalence of noise annoyance was higher for women than for men. This association was also observed in the study carried out with the Finnish population and the results were justified by the fact that a positive association was found between being a woman and having greater knowledge about the risks of urban noise; greater concern about environmental risks to their own and their family's health; and with a positive attitude towards environmental preservation<sup>5</sup>. In a study comparing noise annoyance among residents of vulnerable areas in Switzerland and South Africa, women were more sensitive and reported annoyance more than men in both countries. For African women noise annoyance decreased with the increase in schooling whereas for Swiss women increased with years of education<sup>16</sup>. In our study, no association was observed between schooling and noise annoyance in females.

For both men and women, noise annoyance was associated with bad traffic and the presence of loud music, parties and late-night discussions in the neighborhood. This association corroborates the findings in the literature, in which the main sources of noise in the urban environment are traffic, social habits, customs and leisure activities<sup>5,6,8,10,24-29</sup>. In fact, transportation is the main source of noise in the urban environment. Therefore, improvements should be implemented in this context, not only to reduce noise exposure but also to reduce pollutant emissions, since these exposures are associated with undesirable health and wellbeing outcomes<sup>2,3,7,24,25,30,31</sup>.

Gunfire noise as an annoyance has not been reported in other studies, to our knowledge. It is plausible that this association herein encountered may have roots in the urban violence, which is a reality in most Brazilian municipalities, especially in large cities, such as Belo Horizonte<sup>32</sup>.

Annoyance, defined as a wellbeing disorder due to exposure to urban noise can be the trigger of stress, being the genesis of pathophysiological mechanisms, unchaining metabolic, cardiovascular<sup>3</sup>, psychological and emotional changes, interfering in the performance of daily activities, causing tiredness and stress<sup>33,34</sup>. Despite being a subjective reaction, it is understood as an indicator of the psychological response to adverse environmental events such as air and noise pollution<sup>10,35</sup>, being considered one of the critical outcomes associated with exposure to urban noise<sup>3</sup>. Although the International Classification of Diseases does not classify the noise annoyance as a disease, it can prevent the attainment of the “state of complete physical, mental and social wellbeing” according to the World Health Organization's concept of health, because it can generate annoyance, as found in this study<sup>36</sup>.

The physiological and unconscious responses related to auditory perception, capable of interfering in the dynamic equilibrium state of the organism, are similar in individuals exposed to similar types of sound signals<sup>37</sup>. These responses are automatic, regulated by the Sympathetic Nervous System and have the participation of structures of the auditory pathway and regions of the limbic system<sup>38,39</sup>. The integration of auditory information from both pathways results in the perception of the sound signals and the judgment of whether is it pleasant or uncomfortable, thus being able to trigger different perceptions depending on the individual auditory experiences and the characteristics of the environment<sup>40</sup>. Thus, the association found in the present study between noise perception and neighborhood perception must be interpreted with caution, considering the neurophysiological and psychological mechanisms involved in auditory perception and annoyance caused by this perception.

Among the health manifestations associated with exposure to environmental noise described in the literature, self-reported digestive disorders are associated with annoyance in women. Digestive changes are reported in individuals under stress situations<sup>36</sup>. Although no association was observed in the study in the final model between noise annoyance and self-report of cardiovascular disease, univariate analysis revealed associations with self-reported migraine, mental disorders and depression for women.

Poor sleep quality caused by noise exposure is one of the critical outcomes of noise exposure in urban environments<sup>3</sup>. According to WHO, between one million and one million and six hundred thousand disability-adjusted life years are lost annually in Western Europe due to environmental noise, of which 903,000 are due to sleep disorders<sup>41</sup>. An association was observed in the present study between noise annoyance and poor sleep quality for females. This association has also been described in other studies<sup>14,41,42</sup>.

The MOR value for males was 1.89, revealing that noise annoyance should increase by 89.0% for men if they moved from one census tract to another. For women, the value of MOR was 1.71, demonstrating that noise annoyance should increase by 71.0% if women moved from one census tract to another. These results indicate the importance of investigating which neighborhood characteristics of each of the sampled census tracts are associated with noise perception variability, as well as how individual health determinants may be directly related to the living environment. Although Belo Horizonte, was one of the first planned cities in Brazil, its growth was disorganized, and the current urban design reveals important socioeconomic inequalities, with vulnerable areas interspersed with middle and upper class neighborhoods<sup>43</sup>.

This study has several limitations. The mainly one is the absence of objective measures of noise. On the other hand, since sound maps of the Belo Horizonte metropolitan region are not available, and no significant differences were observed in the last ten years in relation to the demographic and epidemiological profile of the population, subjective evaluation of noise

annoyance allows a valuable estimate of the potential effects of exposure to urban noise for health.

Another limitation is the lack of information related to the work environment of the participating population. In a study conducted in the city of Porto (Portugal), in which the perception of soundscapes and noise annoyance was evaluated in different environments such as: leisure, home and workplace, it was found that the noise annoyance was higher reported in the workplace and at home<sup>11</sup>. Noise perception is a complex phenomenon that suffers interference from various factors such as: years of work; stress rate; length of stay at home during the day and night; windows in rooms and rooms that face the street; characteristics of day and night noise generating sources<sup>44</sup>, all factors that were not investigated in the present study but should be tested in future studies on the subject in question.

Despite the limitations above described, the strengths of this research remains on the fact that in addition to individual factors, we investigated the relationship of noise annoyance with perception of the living environment, socioeconomic level and time of residence considering the sex differences, using a population sample and a multilevel approach. As far as we know, there is no other study that has data comparable to those presented here for a Latin American metropolis, such as the city of Belo Horizonte.

Also, the results highlighted the high prevalence of noise annoyance in one of the largest cities in Brazil. Classified as one of the critical outcomes associated with noise exposure<sup>3</sup>, annoyance is at the physiological basis of health conditions responsible for the loss of thousands of disability-adjusted life years<sup>36</sup>. These results cannot be neglected, and point out to the need for public policies that establish sound mapping in Brazil, so that the effects of urban noise exposure on health and wellbeing can be investigated.



## REFERENCES

1. Grant M, Brown C, Caiaffa WT, Capon A, Corburn J, Coutts C, et al. Cities and health: an evolving global conversation. *Cities & Health* 2017; 1(1): 1-9. <https://doi.org/10.1080/23748834.2017.1316025>
2. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet* 2014; 383(9925): 1325-32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
3. World Health Organization. *Noise guidelines for the European Region*. Geneva: World Health Organization; 2018.
4. Popescu DI, Mohoela IF, Morariu-Glicor RM. Urban noise annoyance between 2001 and 2013-Study in a Romain City. *Arch Acoust* 2013; 38(2): 205-10. <https://doi.org/10.2478/aoa-2013-0024>
5. Okokon EO, Turunen AW, Ung-Lanki S, Vartiainen AK, Tiittanen P, Lanki T. Road-traffic noise: annoyance, risk perception, and noise sensitivity in the Finnish adult population. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12(6): 5712-34. <https://doi.org/10.3390/ijerph120605712>
6. Jakovljević B, Belojević G, Paunović K, Stojanov V. Road traffic noise and sleep disturbances in an urban population: cross-sectional study. *Croat Med J* 2006; 47(1): 125-33.
7. Ndrepepa A, Twardella D. Relationship between noise annoyance from road traffic noise and cardiovascular diseases: a meta-analysis. *Noise Health* 2011; 13(52): 251-9. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.80163>
8. Moudon AV. Real noise from urban environment. How ambiente Community noise affects health and what can be done about it. *Am J Prev Med* 2009; 37(2): 167-71. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.03.019>
9. Urban J, Máca V. Linking traffic noise, noise annoyance and life satisfaction: a case study. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10(5): 1895-915. <https://doi.org/10.3390/ijerph10051895>
10. Belojević G, Jakovljević B, Aleksić O. Subjective reactions for traffic noise with regard to some personality traits. *Environ Int* 1997; 23(2): 221-6. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(97\)00008-1](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(97)00008-1)
11. Vianna KMP, Cardoso MRA, Rodrigues RM. Noise pollution and annoyance: an urban soundscapes study. *Noise Health* 2015; 17(76): 125-33. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.155833>
12. Miedema HME. Annoyance caused by environmental noise: elements for evidence-based noise policies. *J Soc Issues* 2007; 63(1): 41-57. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2007.00495.x>
13. Roux AVD, Slesinski SC, Alazraqui M, Caiaffa WT, Frenz P, Fuchs RJ, et al. A Novel International Partnership for Actionable Evidence on Urban Health in Latin America: LAC-

Urban Health and SALURBAL. *Global Challenges* 2019; 3(4): 1800013.  
<https://doi.org/10.1002/gch2.201800013>

14. Caiaffa WT, Proietti FA, Xavier CC, César CC, Sales ADF, Abreu MNS, et al. O Estudo Saúde em Beagá. In: Friche AAL, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT, orgs. *Saúde urbana em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2015. p. 39-72.
15. Commission on Social Determinants of Health. The social determinants of health: monitoring, research, and training. In: Commission on Social Determinants of Health, editor. *Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health*. Geneva: World Health Organization; 2008. p. 178-91.
16. Sieber C, Ragetti MS, Brink M, Olaniyan T, Baatjies R, Saucy A, et al. Comparison of sensitivity and annoyance to road traffic and community noise between a South African and a Swiss population sample. *Environ Pollut* 2018; 241: 1056-62.  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.007>
17. Beutel ME, Brähler E, Ernst M, Klein E, Reiner I, Wiltink J, et al. Noise annoyance predicts symptoms of depression, anxiety and sleep disturbance 5 years later. Findings from the Gutenberg Health Study. *European Journal of Public Health* 2020; 30(3): 487-92.  
<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa015>
18. Hosmer DW, Lemeshow S. *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons; 1989.
19. Heinze G, Wallisch C, Dunkler D. Variable selection - A review and recommendations for the practicing statistician. *Biom J* 2018; 60(3): 431-49.  
<https://doi.org/10.1002/bimj.201700067>
20. de Souza Andrade AC, Mingoti SA, da Silva Costa DA, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT. Built and Social Environment by Systematic Social Observation and Leisure-Time Physical Activity Report among Brazilian Adults: a Population-Based Study. *J Urban Health* 2019; 96(5): 682-91. <https://doi.org/10.1007/s11524-019-00381-1>
21. Maia JAR, Sousa MA, Fermino RC, Seabra A, Silva S, Silva RG, et al. Analysis and interpretation of physical activity levels in children: a tutorial based on hierarchical or multilevel modelling. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007; 9(4): 424-35.  
<https://doi.org/10.1590/%25x>
22. Merlo J, Chaix B, Ohlsson H, Beckman A, Johnell K, Hjerpe P, et al. A brief conceptual tutorial of multilevel analysis in social epidemiology: using measures of clustering in multilevel logistic regression to investigate contextual phenomena. *J Epidemiol Community Health* 2006; 60(4): 290-7. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.029454>
23. Merlo J, Chaix B, Yang M, Lynch J, Råstam L. A brief conceptual tutorial of multilevel analysis in social epidemiology: linking the statistical concept of clustering to the idea of contextual phenomenon. *J Epidemiol Community Health* 2005; 59(6): 443-9.  
<https://doi.org/10.1136/jech.2004.023473>

24. Banerjee D, Das PP, Fouzdar A. Urban residential road traffic noise and hypertension: a cross-sectional study of adult population. *J Urban Health* 2014; 91(6): 1144-57. <https://doi.org/10.1007/s11524-014-9916-1>
25. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health* 2014; 16(68): 1-9. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.127847>
26. Clark C, Sbihi H, Tamburic L, Brauer M, Frank LD, Davies HW. Association of Long-Term Exposure to Transportation Noise and Traffic-Related Air Pollution with the Incidence of Diabetes: A Prospective Cohort Study. *Environ Health Perspect* 2017; 125(8): 087025. <https://doi.org/10.1289/EHP1279>
27. Sørensen M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, Becker T, Tjønneland A, Overvad K, et al. Long-term exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study. *Environ Health Perspect* 2013; 121(2): 217-22. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205503>
28. Sørensen M, Ketzler M, Overvad K, Tjønneland A, Raaschou-Nielsen O. Exposure to road traffic and railway noise and postmenopausal breast cancer: A cohort study. *Int J Cancer* 2014; 134(11): 2691-8. <https://doi.org/10.1002/ijc.28592>
29. Lacerda ABM, Magni C, Morata TC, Marques JM, Zannin PHT. Urban environment and perception to noise pollution. *Ambient Soc* 2005; 8(2): 85-98. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2005000200005>
30. Munzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J* 2014; 35(13): 829-36. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu030>
31. Giles-Corti B, Vernez-Moudon A, Reis R, Turrell G, Dannenberg AL, Badland H, et al. City planning and population health: a global challenge. *Lancet* 2016; 388(10062): 2912-24. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30066-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30066-6)
32. Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Anuário Brasileiro de Segurança Pública - Edição Especial 2018: análises dos estados e facções prisionais [Internet]. 2018 [acessado em 26 nov. 2020]. Disponível em: [https://forumseguranca.org.br/publicacoes\\_posts/anuario-brasileiro-de-seguranca-publica-edicao-especial-2018-analises-dos-estados-e-faccoes-prisionais/](https://forumseguranca.org.br/publicacoes_posts/anuario-brasileiro-de-seguranca-publica-edicao-especial-2018-analises-dos-estados-e-faccoes-prisionais/)
33. Öhrström E, Skånberg A, Svensson H, Gidlöf-Gunnarsson A. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration* 2006; 295(1-2): 40-59. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2005.11.034>
34. Riedel N, Köckler H, Scheiner J, Berger K. Objective exposure to road traffic noise, noise annoyance and self-related poor health-framing the relationship between noise and health as a matter of multiple stressors and resources in urban neighbourhoods. *J Environ Plann Manage* 2015; 58(2): 336-56. <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.859129>
35. Oiamo TH, Luginaah IN, Baxter J. Cumulative effects of noise and odour annoyances on environmental and health related quality of life. *Soc Sci Med* 2015; 146: 191-203. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.10.043>

36. World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Geneva: World Health Organization; 2011.
37. Lewis JW, Wightman FL, Brefczynski JA, Phinney RE, Binder JR, DeYoe EA. Human brain regions involved in recognizing environmental sounds. *Cereb Cortex* 2004; 14(9): 1008-21. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh061>
38. Irwin A, Hall DA, Peters A, Plack CJ. Listening to urban soundscapes: Physiological validity of perceptual dimensions. *Psychophysiology* 2011; 48(2): 258-68. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01051.x>
39. Kumar S, Tansley-Hancock O, Sedley W, Winston JS, Callaghan MF, Allen M, et al. The Brain Basis for Misophonia. *Curr Biol* 2017; 27(4): 527-33. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.12.048>
40. Erfanian M, Mitchell AJ, Kang J, Aletta F. The Psychophysiological Implications of Soundscape: A Systematic Review of Empirical Literature and a Research Agenda. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16(19): 3533. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193533>
41. Eriksson C, Hilding A, Pyko A, Bluhm G, Pershagen G, Östenson CG. Long-term aircraft noise exposure and body mass index, waist circumference, and type 2 diabetes: a prospective study. *Environ Health Perspect* 2014; 122(7): 687-94. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307115>. Erratum in: *Environ Health Perspect* 2014; 122(7): 693.
42. Münzel T, Sørensen M, Gori T, Schmidt FP, Rao X, Brook J, et al. Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part I-epidemiologic evidence supporting a role for noise and air pollution and effects of mitigation strategies. *Eur Heart J* 2017; 38(8): 550-6. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw269>
43. Costa HSM, Peixoto MCD. Real-estate dynamics and environmental regulation: a discussion on the southern side of the Belo Horizonte Metropolitan Region. *Rev Bras Estud Popul* 2007; 24(2): 317-36. <https://doi.org/10.1590/S0102-30982007000200009>
44. Jakovljevic B, Paunovic K, Belojevic G. Road traffic noise and factors influencing noise annoyance in an urban population. *Environ Int* 2009; 35(3): 552-6. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.10.001>

**Table 1.** Descriptive analysis of self-reported health conditions (n=3,934).

| Variable                      | n     | %    | Men   |      | Women |      |
|-------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
|                               |       |      | n     | %    | n     | %    |
| <b>Health Self Assessment</b> |       |      |       |      |       |      |
| Very Good and Good            | 2,609 | 66.3 | 1,124 | 69.9 | 1,485 | 63.8 |
| Fair                          | 1,077 | 27.4 | 407   | 25.4 | 670   | 28.8 |
| Bad or very bad               | 248   | 6.3  | 76    | 4.7  | 172   | 7.4  |
| <b>Migraine</b>               |       |      |       |      |       |      |
| No                            | 3,292 | 83.7 | 1,493 | 93.0 | 1,799 | 77.3 |
| Yes                           | 642   | 16.3 | 113   | 7.0  | 529   | 22.7 |
| <b>High Blood Pressure</b>    |       |      |       |      |       |      |
| No                            | 2,744 | 69.7 | 1,164 | 72.4 | 1,580 | 67.9 |
| Yes                           | 1,190 | 30.3 | 442   | 27.6 | 748   | 32.1 |
| <b>Depression</b>             |       |      |       |      |       |      |
| No                            | 3,276 | 83.3 | 1,475 | 91.9 | 1,801 | 77.3 |
| Yes                           | 658   | 16.7 | 130   | 8.1  | 528   | 22.7 |
| <b>Mental Disorder</b>        |       |      |       |      |       |      |
| No                            | 3,799 | 96.6 | 1,568 | 97.7 | 2,231 | 95.8 |
| Yes                           | 135   | 3.4  | 37    | 2.3  | 98    | 4.2  |
| <b>Digestive Disorder</b>     |       |      |       |      |       |      |
| No                            | 3,414 | 86.8 | 1,456 | 90.7 | 1,958 | 84.1 |

|                                |       |      |       |      |       |      |
|--------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Yes                            | 520   | 13.2 | 149   | 9.3  | 371   | 15.9 |
| <b>Diabetes, Hyperglycemia</b> |       |      |       |      |       |      |
| No                             | 3,627 | 92.2 | 1,493 | 93.0 | 2,134 | 91.6 |
| Yes                            | 307   | 7.8  | 112   | 7.0  | 195   | 8.4  |
| <b>Heart Disease</b>           |       |      |       |      |       |      |
| No                             | 3,676 | 93.4 | 1,513 | 94.1 | 2,161 | 92.9 |
| Yes                            | 258   | 6.6  | 94    | 5.9  | 166   | 7.1  |

---

**Table 2.** Univariate and multivariable analysis of the association between noise annoyance and sociodemographic characteristics, social and health determinants, adjusted for age and residence time (n = 3,934).

| Variable                                     | Univariate |        |         |       |        |         | Multivariable |        |        |       |        |         |
|--|------------|--------|---------|-------|--------|---------|---------------|--------|--------|-------|--------|---------|
|  | Men        |        |         | Women |        |         | Men           |        |        | Women |        |         |
|  | OR         | CI 95% |         | OR    | CI 95% |         | OR            | CI 95% |        | OR    | CI 95% |         |
| <b>Years of Education</b>                    |            |        |         |       |        |         |               |        |        |       |        |         |
| 0 - 4 years                                  | 1.00       | -      | -       | 1.00  | -      | -       | 1.00          | -      | -      | 1.00  | -      | -       |
| 5 - 8 years                                  | 1.08       | 0.70   | 1.68    | 1.27  | 0.89   | 1.82*   | 0.90          | 0.55   | 1.50   | 1.23  | 0.81   | 1.86    |
| 9 - 11 years                                 | 1.42       | 0.95   | 2.13*   | 1.41  | 0.97   | 2.05*   | 1.12          | 0.70   | 1.81   | 1.32  | 0.88   | 2.00    |
| 12 years or more                             | 1.83       | 1.04   | 3.23**  | 1.24  | 0.78   | 1.99    | 0.96          | 0.96   | 3.43   | 1.10  | 0.61   | 1.85    |
| <b>Marital Status</b>                        |            |        |         |       |        |         |               |        |        |       |        |         |
| Single                                       | 1.00       | -      | -       | 1.00  | -      | -       | 1.00          | -      | -      | 1.00  | -      | -       |
| Married, Free union, Couple                  | 1.77       | 1.19   | 2.64**  | 0.90  | 0.68   | 1.20    | 1.73          | 1.13   | 2.67** | 1.00  | 0.72   | 1.40    |
| Separated or divorced                        | 1.85       | 0.89   | 3.86*   | 0.52  | 0.31   | 0.89**  | 1.88          | 0.86   | 4.11   | 0.55  | 0.31   | 0.98**  |
| Widowed                                      | 3.21       | 1.19   | 8.69**  | 0.70  | 0.42   | 1.18*   | 2.87          | 1.06   | 7.81** | 0.79  | 0.46   | 1.37    |
| <b>Traffic</b>                               |            |        |         |       |        |         |               |        |        |       |        |         |
| Good   | 1.00       | -      | -       | 1.00  | -      | -       | 1.00          | -      | -      | 1.00  | -      | -       |
| Bad  | 1.96       | 1.45   | 2.67*** | 1.96  | 1.46   | 2.62*** | 1.71          | 1.22   | 2.38** | 1.73  | 1.28   | 2.34*** |
| <b>High volume music, late night parties</b> |            |        |         |       |        |         |               |        |        |       |        |         |

|                               |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
|-------------------------------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|---------|
| No                            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Yes                           | 4.21 | 3.00 | 5.93*** | 3.45 | 2.73 | 4.36*** | 3.64 | 2.55 | 5.21*** | 3.11 | 2.38 | 4.06*** |
| <b>Gunfire</b>                |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
| No                            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Yes                           | 2.16 | 1.49 | 3.12*** | 1.77 | 1.33 | 2.36*** | 1.81 | 1.26 | 2.6**   | 1.45 | 1.06 | 1.98**  |
| <b>Bad sleep quality</b>      |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
| No                            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Yes                           | 1.86 | 1.28 | 2.71**  | 1.79 | 1.41 | 2.27*** | 1.49 | 0.98 | 2.28    | 1.66 | 1.31 | 2.11*** |
| <b>Health Self-Assessment</b> |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
| Very good and Good            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | -    | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Fair                          | 1.23 | 0.87 | 1.73    | 1.44 | 1.14 | 1.82**  | -    | -    | -       | 1.22 | 0.92 | 1.61    |
| Bad or Very bad               | 1.13 | 0.57 | 2.24    | 1.22 | 0.79 | 1.88    | -    | -    | -       | 0.75 | 0.43 | 1.32    |
| <b>Migraine</b>               |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
| No                            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | -    | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Yes                           | 1.18 | 0.72 | 1.92    | 1.35 | 1.06 | 1.71**  | -    | -    | -       | 1.11 | 0.43 | 1.31    |
| <b>Depression</b>             |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
| No                            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | -    | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Yes                           | 1.30 | 0.77 | 2.19    | 1.37 | 1.03 | 1.82**  | -    | -    | -       | 0.99 | 0.72 | 1.36    |
| <b>Mental Disorder</b>        |      |      |         |      |      |         |      |      |         |      |      |         |
| No                            | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -       | -    | -    | -       | 1.00 | -    | -       |
| Yes                           | 1.52 | 0.54 | 4.25    | 1.90 | 1.17 | 3.08**  | -    | -    | -       | 1.21 | 0.68 | 2.18    |



**Digestive Disorder**

|     |      |      |         |      |      |        |      |      |      |      |      |        |
|-----|------|------|---------|------|------|--------|------|------|------|------|------|--------|
| No  | 1.00 | -    | -       | 1.00 | -    | -      | 1.00 | -    | -    | 1.00 | -    | -      |
| Yes | 1.38 | 0.87 | 2.20*** | 1.68 | 1.21 | 2.32** | 1.02 | 0.62 | 1.70 | 1.52 | 1.10 | 2.11** |

Reference categories: 0 to 4 years of education, single marital status, good traffic, absence of loud music discussion and late night parties, no gunfire, good sleep quality, very good and good health self-assessment, do not refer migraine, do not refer depression, do not refer mental disorder, do not refer digestive disorder;

95%CI: 95% confidence interval; \* $p < 0,20$ ; \*\* $p < 0,05$ ; \*\*\* $p < 0,001$ .

## 6.2 Artigo de resultados 2: Avaliação dos níveis de ruído urbano e atributos da vizinhança por meio da Observação Social Sistemática

Assessment of urban noise levels and neighborhood attributes through systematic social observation

Níveis de ruído urbano e atributos da vizinhança

Fernanda Abalen Martins Dias<sup>1,2,3</sup> (fernandaabalen@gmail.com; 0000-0001-8348-7376)

Waleska Teixeira Caiaffa<sup>1,2</sup> (caiaffa.waleska@gmail.com; 0000-0001-5043-4980)

Dário Alves da Silva Costa<sup>2</sup> (darioalvessc@gmail.com; 0000-0002-5959-0370)

César Coelho Xavier<sup>2,4</sup> (cesarcxavier@gmail.com; 0000-0001-9089-3276)

Fernando Augusto Proietti<sup>2,5</sup> (fernandoaproietti@gmail.com; 0000-0002-7779-1483)

Amélia Augusta de Lima Friche<sup>1,2</sup> (gutafriche@gmail.com; 0000-0002-2463-0539)

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup> Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup> Faculdade de Saúde e Ecologia Humana, Vespasiano, Minas Gerais, Brasil.

<sup>5</sup> Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

**Autor correspondente:** Faculdade de Medicina. Universidade Federal de Minas Gerais, Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Avenida Alfredo Balena, 190- sala 730. E-mail: fernandaabalen@gmail.com

**Conflito de interesse:** não há.

**Fonte de financiamento:** Fundo Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (processo 25000.102984 / 2006-97); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) bolsas 475004 / 2006-0 e 409688 / 2006-1); Bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) APQ-00975-08); A.A.L. Friche (concessão: 432543 / 2016-3). W.T. Caiaffa e F.A. Proietti são bolsistas de produtividade do CNPq.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem aos membros e coordenadores do Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte que participaram do Estudo Saúde em Beagá e da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte pelo apoio. Pelo financiamento do Estudo Saúde em Beagá, os autores agradecem ao Fundo Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (bolsa 25000.102984 / 2006-97), CNPq (bolsas 475004 / 2006-0 e 409688 / 2006-1) e FAPEMIG (bolsa APQ- 00975-08).

**Número de aprovação do CEP:** ETIC 253/06

**Colaboradores:** FAMD contribuiu com a revisão da literatura, análise dos dados e redação do manuscrito. WTC contribuiu com a concepção do estudo geral e específico deste tema, busca de financiamento, aquisição dos dados e revisão da versão final do manuscrito. DASC contribuiu com análise dos dados, discussão analítica e revisão da versão final do manuscrito. CCX contribuiu com o desenho do estudo e revisão da versão final do manuscrito. FAP contribuiu com o desenho do estudo e revisão da versão final do manuscrito. AALF contribuiu com a concepção e aquisição dos dados, discussão teórica e analítica e redação do manuscrito.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi analisar a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança. Estudo observacional analítico do tipo ecológico, que faz parte de um estudo epidemiológico multimétodos que englobou um inquérito domiciliar denominado Estudo Saúde em Beagá (SBH) e o Projeto Observação Social Sistemática (OSS). A variável desfecho foi o nível de pressão sonora (NPS) mensurado em 142 vizinhanças, e as exposições foram o Índice de Vulnerabilidade à Saúde, fontes de ruídos e indicadores e atributos da vizinhança. O valor mínimo registrado foi 43,0 dB(A), e valor máximo foi 79,5 dB(A), sendo o valor médio do igual a 62,6 dB(A) com desvio padrão de 6,9 dB(A). Valores de NPS mais elevados foram registrados nas vizinhanças com IVS médio (coeficiente= 3,37); nas quais foram identificadas maior presença de fontes de ruído de veículos (coeficiente= 1,91) e itens de trânsito (coeficiente= 1,73). NPS menos elevados foram registrados em vizinhanças na quais foram identificadas maior presença de fontes de ruído provenientes de pessoas (coeficiente= -1,48) e animais (coeficiente= -1,60). Os NPS mensurados nas vizinhanças participantes excedem os valores preconizados pelas normas técnicas vigentes para a manutenção do bem-estar e conforto em áreas residenciais, sendo o trânsito a fonte de ruído relacionada à essas medidas. Além disso, foram observadas desigualdades sociais relacionadas à exposição ao ruído, uma vez que os NPS mensurados são diferentes de acordo com IVS.

**Palavras-chave:** Desigualdades em Saúde Ambiental. Vulnerabilidade. Ambiente Construído. Saúde Urbana. Ruído.

## ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the relationship between sound pressure levels, their generating sources and the attributes of the neighborhood. Observational analytical study of ecological type, which is part of a multi-method epidemiological study that included a household survey called Beagá Health Study (SBH) and the Systematic Social Observation Project (OSS). The outcome variable was the sound pressure level (SPL) measured in 142 neighborhoods, and the exposures were the Health Vulnerability Index (IVS), sources of noise and indicators and attributes of the neighborhood. The NPS recorded was 43.0 dB (A), and the maximum was 79.5 dB (A), the average value was 62.6 dB (A) with a standard deviation of 6.9 dB (A). Higher SPL values were recorded in the neighborhoods with average IVS (coefficient = 3.37); in which greater presence of sources of vehicle noise (coefficient = 1.91) and traffic items (coefficient = 1.73) were identified. Less high SPL were recorded in neighborhoods where a greater presence of noise sources from people (coefficient = -1.48) and animals (coefficient = -1.60) was identified. The SPL measured in the participating neighborhoods exceed the values recommended by the current technical standards for maintaining well-being and comfort in residential areas, with traffic being the source of noise related to these measures. In addition, social inequalities related to noise exposure were observed, since the SPL measured are different according to IVS.

**Keywords:** Environmental health inequalities. Vulnerability. Built environment. Urban Health. Noise.

## INTRODUÇÃO

Ambientes construídos são frequentemente associados aos estados e comportamentos de saúde individual, contribuindo para desigualdades sociais em saúde, especialmente em ambientes urbanos [1-4]. O ambiente construído em áreas urbanas cobre muitas dimensões, como transporte, uso da terra, e serviços disponíveis, além de atributos do ambiente, que muitas vezes, podem ser fontes de estressores ambientais, tais como o ruído [5].

As várias fontes de ruído podem ser classificadas em sons naturais relacionados a elementos não orgânicos (geofonia), fontes orgânicas, mas não humanas (biofonia) e sons gerados por fontes e atividades humanas (antrofonia) [6-8]. A percepção do ambiente acústico no contexto, como resultado da presença de um único som ou da combinação de sons advindos de várias fontes, pode ser definida como paisagem sonora [9-12].

A relação entre a paisagem sonora e os seres humanos é bidirecional e dinâmica: o comportamento humano influencia e é influenciado pela paisagem sonora, o que tornam relevantes os estudos sobre a exposição diária a sons específicos e seu impacto na saúde física e mental [6,13-15]. Sons percebidos positivamente estão associados a uma boa qualidade de vida e melhor saúde física e mental [16], enquanto que sons percebidos negativamente podem estar associados a efeitos adversos à saúde, tais como alterações no sono [17], hipertensão e doenças cardiovasculares [18-23], diabetes [23-25], câncer de mama [26], obesidade [27] e perda auditiva [28]. Outro fator relacionado aos efeitos da exposição diária aos sons ambientais é a sua intensidade e o período do dia em que estão presentes [29].

A combinação de maior exposição e maior vulnerabilidade pode resultar em maior impacto da exposição ao ruído em diferentes estratos socioeconômicos. Há evidências que os indivíduos com melhor nível socioeconômico são menos propensos a sofrerem os impactos na saúde relacionados ao ruído do que os indivíduos mais pobres, mesmo que expostos aos mesmos níveis de ruído [30].

Existem dois caminhos conceituais importantes que devem ser considerados na investigação dos efeitos ambientais nas desigualdades em saúde: o primeiro supõe distribuição social desigual de exposições ambientais entre grupos socioeconômicos. O segundo, parte do pressuposto de que há vulnerabilidade diferente entre grupos

socioeconômicos. Este modelo de vulnerabilidade assume que, dada a mesma magnitude de exposições ambientais, efeitos ambientais adversos à saúde são mais fortes em níveis socioeconômicos baixos quando comparados a grupos socioeconômicos elevados [4,31]. Analisar e compreender as características do entorno físico e social e sua relação com as características socioeconômicas da população, pode auxiliar na compreensão do efeito dos atributos da vizinhança sobre a ocorrência de eventos relacionados à saúde [32].

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança.

## **MÉTODOS**

Trata-se de estudo observacional analítico do tipo ecológico, que faz parte de um estudo epidemiológico multimétodos desenvolvido pelo Observatório de Saúde Urbana de Belo Horizonte (OSUBH), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), denominado Estudo Saúde em Beagá (SBH), que englobou inquérito domiciliar e a Observação Social Sistemática (OSS).

### **Estudo Saúde em Beagá**

Inquérito de base populacional domiciliar, estratificado em conglomerados em três estágios (setor censitário, domicílio e indivíduo), que teve por objetivo avaliar aspectos dos modos e estilos de vida da população, qualidade de vida e a autoavaliação de saúde, realizado nos anos de 2008 e 2009. Foram selecionados para o estudo dois dos nove distritos sanitários de Belo Horizonte, que possuíam características demográficas, socioeconômicas e de saúde homogêneas e comparáveis às da cidade de Belo Horizonte. Em cada domicílio amostrado um indivíduo de 18 anos ou mais, foi aleatoriamente selecionado para entrevista, realizada face a face, com duração aproximada de 40 minutos. Para a coleta de dados foi utilizado questionário contemplando questões agregadas nos seguintes módulos: domiciliar, sociodemográfico, mobilidade, determinantes sociais, saúde, hábitos e comportamentos [33]. O detalhamento sobre o método de realização do SBH encontra-se publicado em estudos anteriores [34-36].

Nas mesmas áreas geográficas do estudo SBH, foi realizada no ano de 2011 a OSS, para coleta de informações do entorno físico e social. A OSS é uma das metodologias utilizadas em estudos epidemiológicos que permite gerar medidas de atributos físicos e sociais a partir da observação direta das unidades de contexto, permitindo a construção de indicadores. Essas informações não são possíveis de serem obtidas por meio de entrevistas em inquéritos populacionais, mas tem importante relação com eventos relacionados à saúde. O instrumento utilizado para este estudo contemplou os seguintes domínios: físico, social e atividade física, caracterização dos imóveis, estético, serviços e segurança [37-39].

As unidades de análise foram os segmentos de rua, exceto no domínio caracterização dos imóveis, no qual a unidade de análise foi o imóvel. Considerando-



se que o quarteirão típico de Belo Horizonte tem 100m de extensão, foram considerados elegíveis quaisquer segmentos de rua até 100m dos domicílios amostrados no SBH, ou, mais precisamente, qualquer segmento que pudesse ser alcançado, mesmo que parcialmente, caso o morador caminhasse a partir de seu domicílio por 100m em qualquer direção [38].

Uma vez determinados os segmentos de rua, um processo sistemático de amostragem foi definido. A amostra final compreendeu 1.295 segmentos agrupados em 147 setores censitários, definidos aqui como vizinhança. Vizinhança pode ser entendida como o ambiente no qual as atividades humanas interagem com o espaço urbano no nível das residências [40]. A coleta de dados por segmento foi realizada por pares de observadores, alterados diariamente em sua composição, ao acaso. Cada observador recebeu um mapa contendo a localização e especificações de início e fim do segmento a ser analisado, bem como formulário para o preenchimento com as observações [41]. O detalhamento sobre o método de realização da OSS encontra-se publicado em estudos anteriores [38-39].

### **Variável desfecho**

A variável desfecho foi o nível de pressão sonora (NPS) mensurado em 142 das 147 vizinhanças nas quais a OSS foi realizada. Para a realização das medidas foi utilizado sonômetro Classe II, marca Minipa, modelo 1355B. Antes e após cada medição foi realizada calibração do sonômetro com calibrador Type 4231 do fabricante Brüel & Kjaer. As medições foram realizadas de acordo com a NBR 10151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para avaliação de ruído em ambientes urbanos. O sonômetro foi posicionado a 1,20m do solo, afastado superfícies refletoras. As medidas foram realizadas de segunda-feira a sexta-feira, no período da tarde, entre 13:30 e 17:30 horas, em condições climáticas estáveis: sem presença de ventos e chuva. Em cada segmento foram realizadas medições em três pontos diferentes, durante três minutos, de cinco em cinco segundos, totalizando 36 medições. Para a conversão das medidas obtidas em LAeq dB(A), foi utilizada uma planilha desenvolvida para este fim, conforme Anexo A da NBR 10151:2000 [29].

## **Exposições**

### *Índice de Vulnerabilidade à Saúde (IVS)*

O IVS é um indicador composto criado pela Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (SMSA-BH), que abrange aspectos relacionados ao saneamento, à habitação, à educação, à renda, à saúde e indicadores sociais. Essas informações combinadas produzem um único escore para cada setor censitário que é utilizado pela SMSA-BH para apontar áreas prioritárias para intervenção e alocação de recursos. Para cada indicador é atribuído um peso, sendo calculado o IVS por setor censitário, categorizado em: baixo, médio, elevado e muito elevado. Um valor elevado de IVS indica locais de alta vulnerabilidade, risco à saúde e condições desfavoráveis [42]. No presente estudo as categorias elevado e muito elevado foram agrupadas, sendo, portanto, a variável final, categorizada como baixo, médio e elevado risco.

### *Fontes de ruídos*

Os tipos de ruídos percebidos pelo observador no momento da observação foram assinalados em uma lista pré-determinada, elaborada pelos pesquisadores do OSUBH. Constavam da lista 27 tipos de ruído, agrupados em quatro categorias; (1) ruídos produzidos pelas pessoas (convívio, conversas ou vozes; discussão/bate boca; gritos; choro/lamento; risadas/gargalhadas; brincadeira de criança; instrumentos musicais e canto); (2) ruídos produzidos por máquinas (eletrodomésticos, sistema de troca de calor/de condicionamento de ar, sistema de aquecimento ou refrigeração, sistema de ventilação, sistema de bombeamento hidráulico ou similares, compressores, grupo gerador, estouros/explosões, construção); (3) ruídos produzidos por meios de transporte (motos, veículos pesados, veículos médios, veículos leves, aeronaves, trens, alarmes/sirenes); e (4) ruídos produzidos pela natureza (água, folhas ao vento, pássaros/aves, cachorros). Além de identificar a presença dos ruídos, o observador deveria assinalar se o tipo de ruído era muito, médio ou pouco percebido.

Após a análise descritiva das 27 fontes de ruído isoladas, foi observado que algumas fontes eram pouco percebidas ou não foram identificadas no momento da observação. Diante disto, para seleção das fontes de ruído que deveriam ser consideradas para o estudo, foi realizada Análise de Componentes Principais (ACP) e análise da consistência interna por meio do Coeficiente Alpha de Cronbach. A partir

desta análise, as fontes de ruído que compuseram o estudo foram reduzidas para 11 agrupadas em três categorias. A consistência interna para o agrupamento das fontes de ruído foi considerada aceitável com Alpha de Cronbach acima de 0,60. Dessa forma, as fontes de ruído consideradas para análise no presente estudo foram assim agrupadas: fontes de veículos (motos; veículos pesados; veículos médios; veículos leves); fontes de pessoas (convívio, conversas ou vozes; gritos; brincadeira de criança; instrumentos musicais e canto) e fontes de animais (pássaros/aves; cachorros).

### *Indicadores de atributos da vizinhança*

As variáveis ambientais objetivas foram derivadas dos indicadores compostos da OSS e agrupadas por vizinhança. Primeiro, indicadores simples foram criados para as 142 vizinhanças usando estimadores de razão; estes correspondiam à proporção média das estimativas de itens observados dentro de um segmento e a proporção média de segmentos contendo uma determinada característica. Indicadores simples eram em seguida, agrupados em domínios, e novos indicadores construídos para cada domínio por meio da análise de componentes principais com matriz de covariância [41]. Os domínios propostos apresentavam consistência interna aceitável (alfa de Cronbach, 0,591 a 0,820). O detalhamento sobre a construção dos indicadores pode ser encontrado em estudo prévio [38].

Os seguintes domínios foram incluídos no presente estudo: Condições das ruas e itens de trânsito (pavimentação do segmento e suas condições, tipo de via, sinalização de transporte coletivo, sentido de circulação, número de faixas, sinalização estacionamento proibido e exclusivo para deficientes/idosos, canteiros de flores, lombadas, radares e semáforos, fluxo de veículos); Mobilidade (pavimentação do passeio e suas condições, presença de rampas de acesso e pisos táteis, itens de trânsito para pedestres-grades, passarelas, faixas para pedestres, obstrução por lixeiras, banca, postes e outros, percepção do ambiente como agradável para o deslocamento); Local para prática de atividade física e lazer (presença espaços para realização de atividades físicas, presença de praças e parques, percepção do ambiente como agradável para atividades físicas); Caracterização dos imóveis (número de imóveis no segmento, imóveis com até dois pavimentos e imóveis em construção e ou reforma, imóveis comerciais, propaganda de venda de imóveis);

Estético (propaganda de eventos políticos/partidários, jardim e árvore, espaço aberto, barulho, música); Desordem física (presença de lixo, imóveis pichados e/ou deteriorados, e pichações equipamentos e instalações públicas); Segurança (iluminação pública, policiamento, itens de segurança nas propriedades: presença de avisos informando cães, alarmes; grades, cercas elétricas, cacos de vidro, câmeras de vigilância e porteiros); Serviços (escolas de ensino infantil, fundamental e médio e universidades, oficinas mecânicas e lojas de acessórios automotivos, comércio). Os itens da escala foram pontuados em uma escala de zero a cinco. Maiores pontuações refletem uma avaliação positiva da vizinhança, com exceção da escala de desordem física, para a qual a alta pontuação reflete uma avaliação negativa da vizinhança.

### **Análise estatística**

Inicialmente, foi realizada análise descritiva por meio de medidas de síntese numérica para as variáveis quantitativas e distribuição de frequência absoluta e relativa para as categóricas. A seguir foi realizada análise de regressão linear univariada. As variáveis que tiveram associação com o desfecho no nível de significância de 20% na análise univariada, foram incluídas no modelo de regressão linear multivariado. O método de seleção das variáveis foi o *stepwise backward*. No modelo final permaneceram as variáveis associadas ao desfecho no nível de significância de 5%. As magnitudes das associações foram estimadas pelos coeficientes e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Para avaliação da adequação do modelo foi avaliado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a análise de resíduos.

As análises estatísticas foram realizadas no programa Stata versão 12, levando-se em consideração o desenho amostral.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (protocolo número ETIC 253/06).

## RESULTADOS

Foram realizadas ao todo, 5.112 medições de NPS em 142 vizinhanças. O valor mínimo do  $L_{Aeq}$  foi 43,0 dB(A), e valor máximo foi 79,5 dB(A). O valor médio do  $L_{Aeq}$  nas vizinhanças amostradas foi de 62,6 dB(A) com desvio padrão de 6,9 dB(A). A Tabela 1 apresenta os registros de  $L_{Aeq}$  por vizinhança.

Na análise univariada, foram observadas associações significativas entre os NPS mensurados e as fontes de ruído provenientes de veículos ( $p < 0,001$ ), pessoas ( $p=0,01$ ) e animais ( $p < 0,001$ ). Os valores mais intensos de NPS foram mensurados nas vizinhanças em que foram identificadas presença de ruído proveniente de veículos (coeficiente=2,66). Nas vizinhanças nas quais foram identificadas a presença de ruído proveniente de pessoas e animais as medidas de NPS foram menores (coeficiente = -1,84 e - 1,89 respectivamente). (Tabela 2)

Em relação aos atributos da vizinhança, foram observadas associações significativas entre as medidas de NPS e os seguintes domínios: condições das ruas e itens de trânsito ( $p < 0,001$ ), mobilidade ( $p < 0,001$ ), caracterização dos imóveis ( $p < 0,001$ ), segurança ( $p < 0,001$ ), serviços ( $p=0,03$ ). A observação de itens nesses domínios esteve associada a NPS mais elevado. Ao nível de significância de 20% foi observado associação entre o NPS e o domínio estético ( $p=0,08$ ), sendo que a observação de itens desse domínio esteve associada à redução do NPS mensurado. O IVS elevado foi associado significativamente ( $p=0,01$ ) ao registro de NPS de menor intensidade (coeficiente = -3,76) (Tabela 2).

O modelo final de regressão linear multivariada mostrou haver relação entre os NPS mensurados, as fontes de ruído de veículos, animais e pessoas, a observação da presença de itens no domínio condições de rua e itens de trânsito e o IVS, sendo que estas variáveis explicaram 34,12% da variação nas medidas dos níveis de pressão sonora nas vizinhanças amostradas. Foi observada uma relação entre medidas do  $L_{Aeq}$  mais elevadas e as variáveis fontes de ruído proveniente de veículos ( $p < 0,001$ ; IC:1,03 -2,80), presença de itens no domínio condições de rua e itens de trânsito, ( $p=0,01$ ; IC: 0,39-3,07) e IVS médio ( $p=0,02$ ; IC:0,53-6,22). Para as variáveis fonte de ruído proveniente de animais ( $p < 0,001$ ; IC: -2,37 - -0,83) e fonte de ruído proveniente de pessoas ( $p = 0,01$ ; IC: -2,65 - -0,31), foi verificada uma relação em direção oposta às demais variáveis, sendo observado que nas vizinhanças em que

houve a identificação da presença de sons de animais e pessoas as medidas do  $L_{Aeq}$  apresentaram menores valores. (Tabela 3).

Os resíduos tiveram distribuição normal demonstrando a adequação do modelo utilizado.

## DISCUSSÃO

O presente estudo, que analisou a relação entre níveis de pressão sonora mensurados, suas fontes geradoras e os atributos da vizinhança revelou associação entre o ruído proveniente de fontes de veículos, pessoas e animais; as condições de rua e presença de itens de trânsito e o IVS, com os níveis de pressão sonora mensurados.

Os efeitos da exposição a NPS provenientes das fontes urbanas de ruído são amplamente relatados pela literatura e englobam desfechos associados a alterações no bem-estar, na qualidade de vida e na saúde [17-27]. Em 2002 a União Europeia publicou a diretiva 49, que se tornou uma referência para no controle da exposição ao ruído ambiental. Seu objetivo foi definir uma abordagem comum para evitar, prevenir e reduzir os efeitos prejudiciais causados pela exposição ao ruído. A diretiva previu a elaboração de mapas de ruído, esclarecimento à população sobre o ruído ambiental e seus efeitos e a aprovação pelos Estados-Membros de planos de ação fundamentados nos resultados dos mapas de ruído [43].

A Norma Técnica Brasileira NBR 10151 estabelece os procedimentos básicos para a medição de ruído e define níveis aceitáveis do ruído dependendo do uso da terra, visando o conforto da comunidade [29]. Este padrão técnico foi introduzido no quadro de legislação brasileira pela Resolução 001/90 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) [44]. Para área estritamente residencial urbana a Norma Técnica Brasileira recomenda que a intensidade sonora não ultrapasse o valor de 50dB(A) no período diurno e 45 dB(A) no período noturno e para área mista, predominantemente residencial os valores não devem ser superiores a 55dB(A) no período diurno e 50dB(A) no período noturno [29].

Nas vizinhanças amostradas no presente estudo, a mensuração foi realizada no período diurno, O valor médio do LAeq nas vizinhanças amostradas foi de 62,6 dB(A) com desvio padrão de 6,9 dB(A), portanto superior aos níveis recomendados. Em outros estudos realizados em municípios brasileiros os níveis de pressão sonora mensurados também foram superiores aos recomendados pela norma técnica. No município de Rio Claro (SP) um estudo constatou que em todos os pontos avaliados o limite de 60 dB(A), estabelecido pela legislação vigente para zonas de uso misto com vocação comercial e administrativa, foi ultrapassado [45]. No Rio de Janeiro, os

níveis de pressão sonora registrados no bairro e Copacabana, variaram de 65,1dB(A) a 77,6 dB(A) [46]. Em Curitiba, estudo revelou que entre os parques da cidade, os mais ruidosos registraram níveis de 64,8 dB(A) a 67,0 dB(A) [47].

NPS mais elevados foram registrados nas vizinhanças com IVS médio e elevado quando comparadas com vizinhanças com IVS baixo. A menor intensidade de ruído mensurada nas áreas de maior vulnerabilidade, comparativamente às áreas de vulnerabilidade média, pode ter relação com as condições das ruas, que pelas suas inadequações inibem ou reduzem o trânsito de veículos e o acesso ao transporte. Apesar da heterogeneidade das fontes de ruído, o trânsito de veículos, se configura como a maior fonte geradora de ruído no ambiente urbano [17-20,45,47-50]. Um estudo realizado na cidade de São Paulo, demonstrou que níveis de pressão sonora mais elevados foram medidos em áreas mais expostas ao ruído de trânsito [49].

Além disso, múltiplas exposições em diferentes locais: casa, trabalho, deslocamento (trânsito), e atividades de lazer precisam ser avaliadas, dada sua importância na análise das desigualdades sociais e na exposição ao ruído, já que as pessoas que vivem em áreas de condições sociais desiguais, podem não apenas viver em áreas mais ruidosas, mas também trabalhar em empregos com elevada exposição ao ruído. Este fato pode levar a uma subestimação das desigualdades sociais relacionadas à exposição ao ruído [51]. A menor vulnerabilidade foi associada em outro estudo a melhores condições de investimento em tecnologias de redução de ruído e, portanto, na redução da exposição no ambiente de moradia [52].

Apesar de muito valorizadas, as medidas objetivas de NPS não oferecem isoladamente informações suficientes para o entendimento e dimensionamento dos efeitos do ruído em diferentes grupos sociais [1]. Podem haver fatores adicionais no caminho entre medidas objetivas de exposições ao ruído e a resposta subjetiva ao ruído, como fatores de satisfação da vizinhança, fatores socioeconômicos e demográficos, fatores relacionados à saúde ou fatores atitudinais. O nível individual também influencia nos efeitos do ruído. Indivíduos com menor nível socioeconômico podem sofrer um maior desgaste biológico e os múltiplos estressores a que são expostos podem explicar o aumento da vulnerabilidade [53].

Configura-se como uma das limitações deste estudo a realização da mensuração dos níveis e pressão sonora em tempo reduzido e apenas no período vespertino e desta forma níveis de pressão sonora mais elevados, gerados por outras



fontes e em outros períodos do dia não foram observados e mensurados. Apesar desta limitação, não há, no nosso conhecimento, outro estudo que possua dados comparáveis aos aqui apresentados para o município de Belo Horizonte, o que se configura como um dos pontos fortes do estudo. O estudo traz importante contribuição ao identificar níveis de pressão sonora que excedem os valores preconizados pelas normas técnicas vigentes para a manutenção do bem-estar e conforto em áreas residenciais e sinaliza a necessidade de implementação de políticas públicas para o mapeamento e controle do ruído no município de Belo Horizonte.

## REFERÊNCIAS

1. Schüle SA, Nanninga S, Dreger S, Bolte G. Relations between Objective and Perceived Built Environments and the Modifying Role of Individual Socioeconomic Position. A Cross-Sectional Study on Traffic Noise and Urban Green Space in a Large German City. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(8):1562. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081562>.
2. Schüle SA, Bolte G. Interactive and independent associations between the socioeconomic and objective built environment on the neighbourhood level and individual health: a systematic review of multilevel studies. *PLoS One*. 2015;10(4):e0123456. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123456>.
3. Gong Y, Palmer S, Gallacher J, Marsden T, Fone D. A systematic review of the relationship between objective measurements of the urban environment and psychological distress. *Environ Int*. 2016;96:48-57. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.08.019>.
4. World Health Organization. *Environmental Health Inequalities in Europe: Assessment report*. Geneva: WHO; 2012.
5. Northridge ME, Sclar ED, Biswas P. Sorting out the connections between the built environment and health: a conceptual framework for navigating pathways and planning healthy cities. *J Urban Health*. 2003;80(4):556-68. <https://doi.org/10.1093/jurban/jtg064>.
6. Kang J, Schulte-Fortkamp B, Fiebig A, Botteldooren D. Mapping of Soundscape. In: Kang J, Schulte-Fortkamp B, editors. *Soundscape and the Built Environment*. Boca Raton: CRC Press; 2016. p. 161-98.
7. Liu J, Kang J, Behm H, Luo T. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. *Landsc Urban Plan*. 2013;123:30-40. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.003>
8. Pijanowski BC, Villanueva-Rivera LJ, Dumyahn SL, Farina A, Krause BL, Napoletano BM, et al. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience*. 2011;61(3):203-16. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.6>
9. McCorry LK. Physiology of the autonomic nervous system. *Am J Pharm Educ*. 2007;71(4):78. <https://doi.org/10.5688/aj710478>
10. Irwin A, Hall DA, Peters A, Plack CJ. Listening to urban soundscapes: Physiological validity of perceptual dimensions. *Psychophysiology*. 2011;48(2):258-68. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01051.x>
11. Kumar S, Tansley-Hancock O, Sedley W, Winston JS, Callaghan MF, Allen M, et al. The Brain Basis for Misophonia. *Curr Biol*. 2017;27(4):527-33. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.12.048>.

12. Erfanian M, Mitchell AJ, Kang J, Aletta F. The Psychophysiological Implications of Soundscape: A Systematic Review of Empirical Literature and a Research Agenda. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(19):3533. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193533>
13. Kang J. From understanding to designing soundscapes. *Front Archit Civ Eng China*. 2010;4:403-17. <https://doi.org/10.1007/s11709-010-0091-5>
14. Meng Q, Kang J. Effect of sound-related activities on human behaviours and acoustic comfort in urban open spaces. *Sci Total Environ*. 2016;573:481-93. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.130>
15. Southworth M, Ichaie M. The sonic environment of cities. *Environ Behav*. 1969;1(1):49-70. <https://doi.org/10.1177/001391656900100104>
16. Alvarsson JJ, Wiens S, Nilsson ME. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *Int J Environ Res Public Health*. 2010;7(3):1036-46. <https://doi.org/10.3390/ijerph7031036>
17. Jakovljević B, Belojević G, Paunović K, Stojanov V. Road traffic noise and sleep disturbances in an urban population: cross-sectional study. *Croat Med J*. 2006;47(1):125-33.
18. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014;383(9925):1325-32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
19. Banerjee D, Das PP, Fouzdar A. Urban residential road traffic noise and hypertension: a cross-sectional study of adult population. *J Urban Health*. 2014;91(6):1144-57. <https://doi.org/10.1007/s11524-014-9916-1>
20. Ndrepepa A, Twardella D. Relationship between noise annoyance from road traffic noise and cardiovascular diseases: a meta-analysis. *Noise Health*. 2011;13(52):251-59. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.80163>
21. Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health*. 2014;16(68):1-9. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.127847>
22. Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. 2014;35(13):829-36. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.127847>
23. Clark C, Sbihi H, Tamburic L, Brauer M, Frank LD, Davies HW. Association of Long-Term Exposure to Transportation Noise and Traffic-Related Air Pollution with the Incidence of Diabetes: A Prospective Cohort Study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(8):087025. <https://doi.org/10.1289/EHP1279>.
24. Dzhambov AM. Long-term noise exposure and the risk for type 2 diabetes: a meta-analysis. *Noise Health*. 2015;17(74):23-33. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.149571>

25. Sørensen M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, Becker T, Tjønneland A, Overvad K, et al. Long-term exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study. *Environ Health Perspect*. 2013;121(2):217-22. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205503>
26. Sørensen M, Ketzel M, Overvad K, Tjønneland A, Raaschou-Nielsen O. Exposure to road traffic and railway noise and postmenopausal breast cancer: A cohort study. *Int J Cancer*. 2014;134(11):2691-8. <https://doi.org/10.1002/ijc.28592>
27. Eriksson C, Hilding A, Pyko A, Bluhm G, Pershagen G, Östenson CG. Long-term aircraft noise exposure and body mass index, waist circumference, and type 2 diabetes: a prospective study. *Environ Health Perspect*. 2014;122(7):687-94. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307115>
28. Moudon AV. Real noise from the urban environment: how ambient community noise affects health and what can be done about it. *Am J Prev Med*. 2009;37(2):167-71. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.03.019>
29. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT; 2000.
30. European Commission [Internet]. Bruxelles: European Commission; 2016 [cited 2020 Sep 21]. *Science for Environment Policy: Links between noise and air pollution and socioeconomic status*; [about 40 screens]. Available from: [https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/air\\_noise\\_pollution\\_socioeconomic\\_status\\_links\\_IR13\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/air_noise_pollution_socioeconomic_status_links_IR13_en.pdf)
31. Bolte G, Pauli A, Hornberg C. Environmental justice: Social disparities in environmental exposures and health: Overview. In: Nriagu JO, editor. *Encyclopedia of Environmental Health*. Ann Arbor: Elsevier; 2011. p. 459-70.
32. Freitas ED, Camargos VP, Xavier CC, Caiaffa WT, Proietti FA. A systematic social observation tool: methods and results of inter-rater reliability. *Cad Saúde Pública*. 2013;29(10):2093-104. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00086812>
33. Friche AAL, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT, orgs. *Saúde urbana em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2015.
34. Meireles AL, Xavier CC, Andrade ACS, Friche AAL, Proietti FA, Caiaffa WT. Self-rated health in urban adults, perceptions of the physical and social environment, and reported comorbidities: The BH Health Study. *Cad Saúde Pública*. 2015;31(Suppl 1):120-35. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00076114>
35. Andrade ACS, Peixoto SV, Friche AAL, Goston JL, César CC, Xavier CC, et al. Social context of neighborhood and socioeconomic status on leisure-time physical activity in a Brazilian urban center: The BH Health Study. *Cad Saúde Pública*. 2015;31(Suppl 1):136-47. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00069514>
36. Ward J, Friche AAL, Caiaffa WT, Proietti FA, Xavier CC, Diez Roux AV. Association of socioeconomic factors with body mass index, obesity, physical activity, and dietary factors in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil: The BH Health

Study. *Cad Saúde Pública*. 2015;31(Suppl 1):182-94. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00126914>

37. Proietti FA, Oliveira CL, Ferreira FR, Ferreira AD, Caiaffa WT. Context unit and systematic social observation: a review of concepts and methods. *Physis*. 2008;18(3):469-82. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312008000300006>

38. Costa DAS, Mingoti SA, Andrade ACS, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT. Indicators of physical and social neighborhood attributes measured by the Systematic Social Observation method. *Cad Saúde Pública*. 2017;33(8):e00026316. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00026316>

39. Freitas ED, Camargos VP, Xavier CC, Caiaffa WT, Proietti FA. A systematic social observation tool: methods and results of inter-rater reliability. *Cad Saúde Pública*. 2013;29(10):2093-104. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00086812>

40. Diez Roux AV, Mair C. Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci*. 2010;1186:125-45. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05333.x>

41. de Souza Andrade AC, Mingoti SA, da Silva Costa DA, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT. Built and Social Environment by Systematic Social Observation and Leisure-Time Physical Activity Report among Brazilian Adults: a Population-Based Study. *J Urban Health*. 2019;96(5):682-91. <https://doi.org/10.1007/s11524-019-00381-1>.

42. Caiaffa WT, Proietti FA, Xavier CC, César CC, Sales ADF, Abreu MNS et al. O Estudo Saúde em Beagá. In: Friche AAL, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT, organizadores. *Saúde urbana em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2015. p. 39-72.

43. European Union [Internet]. Luxembourg: UE; 2002 [cited 2021 May 11]. *Report from the Commission to the European Parliament and the Council concerning existing Community measures relating to sources of environmental noise, pursuant to article 10.1 of Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise*; [about 7 screens]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52004DC0160:EN:HTML>

44. Conselho Nacional do Meio Ambiente [Internet]. Brasília: CONAMA; 1990 [cited 2021 May 11]. *Resolução Conama nº 2, de 8 de março de 1990*; [about 1 screen]. Available from: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=99>

45. Bressane A, Mochizuki PS, Caram RM, Roveda JAF. A system for evaluating the impact of noise pollution on the population's health. *Cad Saúde Pública*. 2016;32(5):e00021215. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00021215>

46. de Noronha Castro Pinto FA, Moreno Mardones MD. Noise mapping of densely populated neighborhoods--example of Copacabana, Rio de Janeiro-Brazil. *Environ Monit Assess*. 2009;155(1-4):309-18. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0437-9>

47. Zannin PH, Ferreira AM, Szeremetta B. Evaluation of noise pollution in urban parks. *Environ Monit Assess*. 2006;118(1-3):423-33. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-1506-6>
48. Jamir L, Nongkynrih B, Gupta SK. Community noise pollution in urban India: need for public health action. *Indian J Community Med*. 2014;39(1):8-12. <https://doi.org/10.4103/0970-0218.126342>
49. Paiva KM, Cardoso MRA, Zannin PHT. Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. *Sci Total Environ*. 2019;650(Pt 1):978-86. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.041>
50. Okokon EO, Turunen AW, Ung-Lanki S, Vartiainen AK, Tiittanen P, Lanki T. Road-traffic noise: annoyance, risk perception, and noise sensitivity in the Finnish adult population. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(6):5712-34. <https://doi.org/10.3390/ijerph120605712>
51. Saez M, López-Casasnovas G. Assessing the Effects on Health Inequalities of Differential Exposure and Differential Susceptibility of Air Pollution and Environmental Noise in Barcelona, 2007-2014. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(18):3470. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183470>
52. Casey JA, Morello-Frosch R, Mennitt DJ, Fristrup K, Ogburn EL, James P. Race/Ethnicity, Socioeconomic Status, Residential Segregation, and Spatial Variation in Noise Exposure in the Contiguous United States. *Environ Health Perspect*. 2017;125(7):077017. <https://doi.org/10.1289/EHP898>
53. Riedel N, Scheiner J, Müller G, Köckler H. Assessing the relationship between objective and subjective indicators of residential exposure to road traffic noise in the context of environmental justice. *J Environ Plan Manag*. 2013;57:1398-1421. <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.808610>

**Tabela 1.** Medidas de LAeq dB(A) em cada um dos setores amostrados (n=142)

| Setores | LAeq<br>dB(A) | Setores | LAeq<br>dB(A) | Setores | LAeq<br>dB(A) | Setores | LAeq<br>dB(A) |
|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|
| 1       | 70,38         | 37      | 65,46         | 73      | 65,94         | 109     | 69,85         |
| 2       | 68,55         | 38      | 73,29         | 74      | 63,26         | 110     | 70,98         |
| 3       | 64,88         | 39      | 64,23         | 75      | 57,63         | 111     | 59,02         |
| 4       | 55,08         | 40      | 64,2          | 76      | 69,41         | 112     | 67,06         |
| 5       | 62,49         | 41      | 56,87         | 77      | 59,14         | 113     | 74,54         |
| 6       | 53,08         | 42      | 60,11         | 78      | 58,53         | 114     | 59,9          |
| 7       | 68,83         | 43      | 49,45         | 79      | 56,01         | 115     | 54,83         |
| 8       | 64,62         | 44      | 64,75         | 80      | 58,98         | 116     | 74,2          |
| 9       | 63,94         | 45      | 52,39         | 81      | 71,49         | 117     | 69,34         |
| 10      | 75,32         | 46      | 60,34         | 82      | 64,91         | 118     | 68,62         |
| 11      | 66,4          | 47      | 57,85         | 83      | 63,53         | 119     | 60,63         |
| 12      | 58,66         | 48      | 60,34         | 84      | 58,87         | 120     | 64,77         |
| 13      | 53,63         | 49      | 49,72         | 85      | 60,15         | 121     | 58,51         |
| 14      | 57,7          | 50      | 50,49         | 86      | 56,3          | 122     | 68,05         |
| 15      | 61,35         | 51      | 72,29         | 87      | 63,2          | 123     | 55,59         |
| 16      | 73,09         | 52      | 79,5          | 88      | 52,54         | 124     | 61,18         |
| 17      | 63,61         | 53      | 63,63         | 89      | 58            | 125     | 55,79         |
| 18      | 60,01         | 54      | 48,54         | 90      | 50            | 126     | 61,91         |
| 19      | 59,9          | 55      | 60,03         | 91      | 54,36         | 127     | 65,23         |
| 20      | 63,67         | 56      | 68,96         | 92      | 61,76         | 128     | 69,44         |
| 21      | 60,9          | 57      | 61,98         | 93      | 68,57         | 129     | 66,45         |
| 22      | 58,51         | 58      | 73,92         | 94      | 62,76         | 130     | 56            |
| 23      | 72,62         | 59      | 61,13         | 95      | 55,95         | 131     | 58,9          |
| 24      | 62,4          | 60      | 75,17         | 96      | 65,95         | 132     | 55,74         |
| 25      | 69,09         | 61      | 53,92         | 97      | 61,19         | 133     | 70,02         |
| 26      | 67,03         | 62      | 64,51         | 98      | 70,25         | 134     | 68,75         |
| 27      | 67,55         | 63      | 60,34         | 99      | 72,74         | 135     | 51,9          |
| 28      | 64,41         | 64      | 68,48         | 100     | 71,45         | 136     | 58            |
| 29      | 60,34         | 65      | 71,1          | 101     | 59,76         | 137     | 68,26         |
| 30      | 51,4          | 66      | 58,83         | 102     | 52,41         | 138     | 59,68         |
| 31      | 57,45         | 67      | 74,25         | 103     | 55,62         | 139     | 68,5          |
| 32      | 59,4          | 68      | 48,03         | 104     | 69,88         | 140     | 54,67         |
| 33      | 63,11         | 69      | 76,4          | 105     | 68,34         | 141     | 59,39         |
| 34      | 55,36         | 70      | 66,89         | 106     | 64,21         | 142     | 64,67         |
| 35      | 62,26         | 71      | 68,79         | 107     | 54,07         |         |               |
| 36      | 66,23         | 72      | 72,64         | 108     | 43,05         |         |               |

Legenda: dB: decibel; LAeq: Exposição sonora equivalente ponderada por período de tempo.

**Tabela 2.** Modelo de regressão linear univariada da associação entre o Laeq, fontes de ruído agrupadas por categoria, domínios da OSS e IVS nas vizinhanças participantes do estudo (n=142)

| <b>Fontes de ruído</b>               | <b>Coefficiente</b> | <b>p</b> | <b>IC 95%</b> |       |
|--------------------------------------|---------------------|----------|---------------|-------|
| Fonte de veículos                    | 2,66                | <0.001   | 1,76          | 3,56  |
| Fonte de pessoas                     | -1,84               | 0,01     | -3,22         | -0,46 |
| Fonte de animais                     | -1,89               | <0.001   | -2,76         | -1,02 |
| <b>Domínios OSS</b>                  |                     |          |               |       |
| Condições de rua e itens de trânsito | 2,61                | <0.001   | 1,40          | 3,82  |
| Mobilidade                           | 1,69                | <0.001   | 0,62          | 2,76  |
| Local para atividade física e lazer  | 0,27                | 0,64     | -0,87         | 1,42  |
| Caracterização dos imóveis           | 2,27                | <0.001   | 0,93          | 3,60  |
| Estético                             | 0,72                | 0,08     | -0,08         | 1,53  |
| Desordem física                      | 0,70                | 0,34     | -0,75         | 2,15  |
| Segurança                            | 2,07                | <0.001   | 1,04          | 3,09  |
| Serviços                             | 2,72                | 0,03     | 0,34          | 5,09  |
| <b>IVS</b>                           |                     |          |               |       |
| Médio                                | -0,11               | 0,94     | -3,05         | 2,83  |
| Elevado                              | -3,76               | 0,01     | -6,69         | -0,83 |

Legenda: IVS: Índice de Vulnerabilidade Social; OSS: Observação Social Sistemática.



**Tabela 3.** Modelo final da regressão linear multivariada entre o Laeq e as variáveis selecionadas

| <b>Variáveis</b>                     | <b>Coefficiente</b> | <b>p</b> | <b>IC 95%</b> |       | <b>R2 (%)</b> |
|--------------------------------------|---------------------|----------|---------------|-------|---------------|
| Fonte de veículos                    | 1,91                | <0.001   | 1,03          | 2,80  | 34,12         |
| Fonte de pessoas                     | -1,48               | 0,01     | -2,65         | -0,31 |               |
| Fonte de animais                     | -1,60               | <0.001   | -2,37         | -0,83 |               |
| Condições de rua e itens de trânsito | 1,73                | 0,01     | 0,39          | 3,07  |               |
| <b>IVS</b>                           |                     |          |               |       |               |
| Médio                                | 3,37                | 0,02     | 0,53          | 6,22  |               |
| Elevado                              | 1,13                | 0,46     | -1,91         | 4,17  |               |

Legenda: IC: Intervalo de Confiança; IVS: Índice de Vulnerabilidade Social.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta tese, que abordou a mensuração e a percepção individual do ruído no ambiente urbano, suscitou algumas reflexões.

No final da década de 1970, a exposição ao ruído no ambiente de trabalho, foi reconhecida como agravo à saúde. Normas regulamentadoras foram criadas para garantir a adoção de medidas de controle da exposição no ambiente ocupacional. Até os dias atuais, o ruído no Brasil, é um tema abordado prioritariamente à luz das questões ocupacionais, tanto por profissionais da área da saúde quanto para os legisladores. Evidentemente que avanços são observáveis sob o ponto de vista ocupacional, ao serem transpostos os limites das indústrias para a conservação auditiva voltada para profissionais da música, casas noturnas, casas de shows, dentistas, entre outros.

A urbanização e os avanços tecnológicos, trouxeram para a população a percepção do ruído para além do trabalho. O ruído passou a ser percebido nas atividades de lazer, no trânsito, nos eventos sociais, no comércio, nas salas de aula, ou seja, em praticamente todas as atividades desempenhadas no ambiente urbano. E como as cidades não param, muitas vezes o ruído é percebido no momento do sono.

Diferentemente das ações adotadas para o controle do ruído ocupacional, gestores, nos diversos níveis (municipal, estadual e federal) ainda não reconheceram os efeitos deletérios do ruído urbano. Apesar da NBR 10151 estabelecer níveis de ruído aceitáveis visando o conforto em áreas habitadas, tais níveis não são respeitados. Nesta tese, um dos resultados revelou que os níveis medidos no período vespertino, ultrapassaram os valores recomendados, assim como em vários outros estudos realizados em cidades brasileiras. Os resultados desta tese, revelaram ainda que o trânsito é a maior fonte geradora de ruído nas vizinhanças amostradas, provocando incômodo, que é um dos desfechos críticos da exposição, por desencadear processos fisiológicos e psicológicos que afetam a saúde. Além do trânsito, a presença de música alta, festas e discussões até tarde da noite, e a presença de sons de tiros foram identificadas como fontes de ruído causadoras de incômodo, o que pode estar relacionado à desagregação social e violência nas vizinhanças amostradas.

Não há dúvidas que o controle e monitoramento do ruído urbano é essencial, ao mesmo tempo que é desafiador. Além de mapas sonoros, se faz necessário repensar as configurações urbanas, principalmente as viárias, e a morfologia das edificações, a fim de proporcionar transformações urbanas que visem o conforto acústico. A criação de espaços, nos quais elementos naturais são incorporados aos elementos urbanos, pode proporcionar uma percepção acústica que mitigue os efeitos estressores do ruído, promovendo bem-estar. Ações em educação ambiental nos diferentes níveis de ensino também precisam ser implementadas, para conscientização da população sobre seu papel na melhoria das condições de vida nas cidades.

Diante da presença inevitável de um estressor ambiental invisível e existente em todos os ambientes, a comunidade científica tem um papel fundamental na produção de evidências que possam subsidiar ações de controle e monitoramento da exposição ao ruído no ambiente urbano.

Assim, acredito que esta tese é apenas o começo, e que muito há se ser pesquisado e implementado, para que tenhamos nos próximos anos e décadas um ambiente sustentável e saudável nos grandes centros urbanos. Para isso, é fundamental que os estudos sobre o ruído no ambiente urbano, sejam amplos, abordem o mapeamento sonoro e a percepção individual, mas que considerem também o desenho urbano e as interações entre os diferentes fatores que podem determinar a construção de ambientes sonoros saudáveis.

## REFERÊNCIAS

- Aletta F, Oberman T, Kang J. Associations between Positive Health-Related Effects and Soundscapes Perceptual Constructs: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Oct;15(11):2392.
- Alvarsson JJ, Wiens S, Nilsson ME. Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Mar;7(3):1036-46.
- Arjunan A, Rajan R. Noise and brain. *Physiol Behav*. 2020 Dec;227:113136.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT; 2000.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151:2019. Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: ABNT; 2019.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152:2017. Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos e edificações. Rio de Janeiro: ABNT; 2017.
- Babisch W, Ising H, Gallacher JE. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med*. 2003 Oct;60(10):739-45.
- Babisch W, Pershagen G, Selander J, Houthuijs D, Breugelmans O, Cadum E, et al. Noise annoyance--a modifier of the association between noise level and cardiovascular health? *Sci Total Environ*. 2013 May;452-453:50-7.
- Babisch W. The Noise/Stress Concept, Risk Assessment and Research Needs. *Noise Health*. 2002;4(16):1-11.
- Barbosa E, Fernandes P. Formas espontâneas e induzidas: comparando São Paulo, Jacarta, Hanoi e Belo Horizonte. *Revista de Morfologia Urbana*. 2015 Jul;3(2):85-102.
- Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014 Apr;383(9925):1325-32.
- Bell ML, Ebisu K. Environmental inequality in exposures to airborne particulate matter components in the United States. *Environ Health Perspect*. 2012 Dec;120(12):1699-704.
- Belojevic G, Jakovljevic B, Stojanov V, Paunovic K, Ilic J. Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children. *Environ Int*. 2008 Feb;34(2):226-31.

Benfield J, Taff BD, Weinzimmer D, Newman P. Motorized Recreation Sounds Influence Nature Scene Evaluations: The Role of Attitude Moderators. *Front Psychol*. 2018 Apr;9:495.

Beutel ME, Jünger C, Klein EM, Wild P, Lackner K, Blettner M, et al. Noise Annoyance Is Associated with Depression and Anxiety in the General Population- The Contribution of Aircraft Noise. *PLoS One*. 2016 May;11(5):e0155357.

Borrell C, Pons-Vigués M, Morrison J, Díez E. Factors and processes influencing health inequalities in urban areas. *J Epidemiol Community Health*. 2013 May;67(5):389-91.

Brasil [Internet]. Brasília: Coleção de Leis do Brasil; 1941 [cited 2021 May 11]. Decreto-Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941; [about 8 screens]. Available from: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decrei/1940-1949/decreto-lei-3688-3-outubro-1941-413573-publicacaooriginal-1-pe.html>

Caiaffa WT, Ferreira FR, Ferreira AD, Oliveira CL, Camargos VP, Proietti FA. Urban health: "the city is a strange lady, smiling today, devouring you tomorrow". *Ciênc Saúde Coletiva*. 2008 Dec;13(6):1785-96.

Caiaffa WT, Ferreira FR, Ferreira AD, Oliveira CL, Camargos VP, Proietti FA. Urban health: "the city is a strange lady, smiling today, devouring you tomorrow". *Ciênc Saúde Coletiva*. 2008 Dec;13(6):1785-96.

Caiaffa WT, Friche AA, Dias MA, Meireles AL, Ignacio CF, Prasad A, et al. Developing a conceptual framework of urban health observatories toward integrating research and evidence into urban policy for health and health equity. *J Urban Health*. 2014 Feb;91(1):1-16.

Caiaffa WT, Proietti FA, Xavier CC, César CC, Sales ADF, Abreu MNS et al. O Estudo Saúde em Beagá. In: Friche AAL, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT, organizadores. *Saúde urbana em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2015. p. 39-72.

Célio FA, Xavier CC, Andrade ACS, Camargos VP, Caiaffa WT, Friche AAL, et al. Individual characteristics associated with perception of the local neighborhood's territory. *Cad Saúde Pública*. 2014 Sep;30(9):1935-46.

Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde [Internet]. Brasília: CNDSS; 2008 [cited 2021 May 16]. *As causas sociais das iniquidades em saúde no Brasil*; [about 216 screens]. Available from: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/causas\\_sociais\\_iniquidades.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/causas_sociais_iniquidades.pdf)

Conselho Nacional do Meio Ambiente [Internet]. Brasília: CONAMA; 1990 [cited 2021 May 11]. Resolução Conama nº 2, de 8 de março de 1990; [about 1 screen]. Available from: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=99>

Costa DAS, Mingoti SA, Andrade ACS, Xavier CC, Proietti FA, Caiaffa WT. Indicators of physical and social neighborhood attributes measured by the Systematic Social Observation method. *Cad Saúde Publica*. 2017 Aug;33(8):e00026316.

Diez Roux AV, Mair C. Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci.* 2010 Feb;1186:125-45.

Diez Roux AV. Health in cities: is a systems approach needed? *Cad Saúde Pública.* 2015 Nov;31 Suppl 1:9-13.

Ding T, Yan A, Liu K. What is noise-induced hearing loss? *Br J Hosp Med.* 2019 Sep;80(9):525-9.

Durrant JD, Lovrinic JH. *Bases of hearing Science.* Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.

Dzhambov AM, Markevych I, Tilov B, Arabadzhiev Z, Stoyanov D, Gatseva P, et al. Pathways linking residential noise and air pollution to mental ill-health in young adults. *Environ Res.* 2018 Oct;166:458-65.

Erfanian M, Mitchell AJ, Kang J, Aletta F. The Psychophysiological Implications of Soundscape: A Systematic Review of Empirical Literature and a Research Agenda. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Sep;16(19):3533.

European Union [Internet]. Luxembourg: UE; 2002 [cited 2021 May 11]. Report from the Commission to the European Parliament and the Council concerning existing Community measures relating to sources of environmental noise, pursuant to article 10.1 of Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise [about 7 screens]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52004DC0160:EN:HTML>

Foraster M, Eze IC, Vienneau D, Brink M, Cajochen C, Caviezel S, et al. Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity. *Environ Int.* 2016 May;91:341-9.

Freitas ED, Camargos VP, Xavier CC, Caiaffa WT, Proietti FA. A systematic social observation tool: methods and results of inter-rater reliability. *Cad Saúde Pública.* 2013 Oct;29(10):2093-104.

Galea S, Freudenberg N, Vlahov D. Cities and population health. *Soc Sci Med.* 2005 Mar;60(5):1017-33.

Gill C, Packer J, Ballantyne R. Applying Attention Restoration Theory to Understand and Address Clergy's Need to Restore Cognitive Capacity. *J Relig Health.* 2018 Oct;57(5):1779-92.

Goines L, Hagler L. Noise pollution: a modern plague. *South Med J.* 2007 Mar;100(3):287-94.

Gomez LF, Soto-Salazar C, Guerrero J, Garcia M, Parra DC. Neighborhood environment, self-rated health and quality of life in Latin America. *Health Promot Int.* 2020 Apr;35(2):196-204.

Guedes ICM, Bertoli SR, Zannin PHT. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju - Brazil. *Sci Total Environ.* 2011 Dec;412-413:66-76.

Hahad O, Beutel M, Gori T, Schulz A, Blettner M, Pfeiffer N, et al. Annoyance to different noise sources is associated with atrial fibrillation in the Gutenberg Health Study. *Int J Cardiol.* 2018 Aug;264:79-84.

Hahad O, Prochaska JH, Daiber A, Muenzel T. Environmental Noise-Induced Effects on Stress Hormones, Oxidative Stress, and Vascular Dysfunction: Key Factors in the Relationship between Cerebrocardiovascular and Psychological Disorders. *Oxid Med Cell Longev.* 2019 Nov;18:1-13.

Hajat A, Hsia C, O'Neill MS. Socioeconomic Disparities and Air Pollution Exposure: a Global Review. *Curr Environ Health Rep.* 2015 Dec;2(4):440-50.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; c2017 [cited 2021 May 9]. Belo Horizonte: Panorama; [about 2 screens]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>

International Organization for Standardization [Internet]. Geneva: ISO; c2016 [cited 2021 Jun 7]. ISO 1996-1:2016(en). Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures; [about 1 screen]. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:1996:-1:ed-3:v1:en>

Irwin A, Hall DA, Peters A, Plack CJ. Listening to urban soundscapes: Physiological validity of perceptual dimensions. *Psychophysiology.* 2011 Feb;48(2):258-68.

Jamir L, Nongkynrih B, Gupta SK. Community noise pollution in urban India: need for public health action. *Indian J Community Med.* 2014 Jan;39(1):8-12.

Kang J, Schulte-Fortkamp B, Fiebig A, Botteldooren D. Mapping of Soundscape. In: Kang J, Schulte-Fortkamp B, editors. *Soundscape and the Built Environment*. Boca Raton: CRC Press; 2016. p. 161-98.

Kang J. From understanding to designing soundscapes. *Front Archit Civ Eng China.* 2010;4:403-17.

Kaplan S. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *J Environ Psychol.* 1995 Sep;15(3):169-82.

Kohrman DC, Wan G, Cassinotti L, Corfas G. Hidden Hearing Loss: A Disorder with Multiple Etiologies and Mechanisms. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2020 Jan;10(1):a035493.

Krzywicka P, Byrka K. Restorative Qualities of and Preference for Natural and Urban Soundscapes. *Front Psychol.* 2017 Oct;8:1705

Kuan G, Morris T, Kueh YC, Terry PC. Effects of Relaxing and Arousing Music during Imagery Training on Dart-Throwing Performance, Physiological Arousal Indices, and Competitive State Anxiety. *Front Psychol.* 2018 Feb;9:14.

Kujawa SG, Liberman MC. Synaptopathy in the noise-exposed and aging cochlea: Primary neural degeneration in acquired sensorineural hearing loss. *Hear Res.* 2015 Dec;330(Pt B):191-9.

- Kumar S, Tansley-Hancock O, Sedley W, Winston JS, Callaghan MF, Allen M, et al. The Brain Basis for Misophonia. *Curr Biol*. 2017 Feb;27(4):527-33.
- Kurabi A, Keithley EM, Housley GD, Ryan AF, Wong AC. Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. *Hear Res*. 2017 Jun;349:129-37.
- Laurent É. Issues in environmental justice within the European Union. *Ecol Econ*. 2011 Sep;70(11):1846-53.
- Lewis JW, Wightman FL, Brefczynski JA, Phinney RE, Binder JR, DeYoe EA. Human brain regions involved in recognizing environmental sounds. *Cereb Cortex*. 2004 Sep;14(9):1008-21.
- Lim HA, Park H. The effect of music on arousal, enjoyment, and cognitive performance. *Psychol Music*. 2018 Apr;47(4):539-50.
- Liu J, Kang J, Behm H, Luo T. Effects of landscape on soundscape perception: Soundwalks in city parks. *Landsc Urban Plan*. 2014 Mar;123:30-40.
- Meng Q, Kang J. Effect of sound-related activities on human behaviours and acoustic comfort in urban open spaces. *Sci Total Environ*. 2016 Dec;573:481-93.
- Miedema HM, Vos H. Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behav Sleep Med*. 2007;5(1):1-20
- Mohai P, Saha R. Racial inequality in the distribution of hazardous waste: A national-level reassessment. *Social Problems*. 2007 Aug;54(3):343-70.
- Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*. 2014 Apr;35(13):829-36.
- Münzel T, Schmidt FP, Steven S, Herzog J, Daiber A, Sørensen M. Environmental Noise and the Cardiovascular System. *J Am Coll Cardiol*. 2018 Feb;71(6):688-97.
- Münzel T, Sørensen M, Schmidt F, Schmidt E, Steven S, Kröller-Schön S, et al. The Adverse Effects of Environmental Noise Exposure on Oxidative Stress and Cardiovascular Risk. *Antioxid Redox Signal*. 2018 Mar;28(9):873-908.
- Omlin S, Bauer GF, Brink M. Effects of noise from non-traffic-related ambient sources on sleep: Review of the literature of 1999–2010. *Noise Health*. 2011;13(53):299-309.
- Oxenham AJ. Predicting the Perceptual Consequences of Hidden Hearing Loss. *Trends Hear*. 2016 Jan-Dec;20:2331216516686768.
- Paiva KM, Cardoso MRA, Zannin PHT. Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. *Sci Total Environ*. 2019 Feb;650(Pt 1):978-86.
- Paunović K, Belojević G, Jakovljević B. Noise annoyance is related to the presence of urban public transport. *Sci Total Environ*. 2014 May;481:479-87.



Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci*. 2008 Jun;4(2):89-96.

Pijanowski BC, Villanueva-Rivera LJ, Dumyahn SL, Farina A, Krause BL, Napoletano BM, et al. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience*. 2011 Mar;61(3):203-16.

Plack CJ, Barker D, Prendergast G. Perceptual consequences of "hidden" hearing loss. *Trends Hear*. 2014 Sep;18:2331216514550621.

Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2008 [cited 2021 May 11]. Lei nº 9.505, de 23 de janeiro de 2008; [about 6 screens]. Available from: <https://cmbhsildownload.cmbh.mg.gov.br/silinternet/servico/download/documentoDaNorma?idDocDaNorma=2c907f7650d8c0ce01513462f80c05f2>

Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2014 [cited 2021 May 16]. Concurso público nacional de projeto de arquitetura para o Centro Administrativo do município de Belo Horizonte: Anexo IV – Síntese da História de BH; [about 9 screens]. Available from: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca\\_anexo\\_iv\\_-\\_sintese\\_da\\_historia\\_de\\_bh.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca_anexo_iv_-_sintese_da_historia_de_bh.pdf)

Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2019 [cited 2021 May 16]. Plano Diretor – Lei nº 11.181, de 8 de agosto de 2019; [about 2 screens]. Available from: <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/plano-diretor/proposta>

Prefeitura de Belo Horizonte [Internet]. Belo Horizonte: PBH; 2020 [cited 2021 May 16]. Planos Diretores Regionais; [about 2 screens]. Available from: <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/plano-diretor/regionais>

Roswall N, Ammitzbøll G, Christensen JS, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, et al. Residential exposure to traffic noise and leisure-time sports - A population-based study. *Int J Hyg Environ Health*. 2017 Aug;220(6):1006-13.

Roswall N, Christensen JS, Bidstrup PE, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, et al. Associations between residential traffic noise exposure and smoking habits and alcohol consumption-A population-based study. *Environ Pollut*. 2018 May;236:983-91.

Schafer RM. *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. New York: Simon and Schuster; 1977.

Seidler A, Hegewald J, Seidler AL, Schubert M, Wagner M, Dröge P, et al. Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. *Environ Res*. 2017 Jan;152:263-71.

Shepherd D, Welch D, Dirks KN, McBride D. Do quiet areas afford greater health-related quality of life than noisy areas? *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Mar;10(4):1284-303.

Shi L, Liu K, Wang H, Zhang Y, Hong Z, Wang M, et al. Noise induced reversible changes of cochlear ribbon synapses contribute to temporary hearing loss in mice. *Acta Otolaryngol.* 2015;135(11):1093-102.

Sultana R, Perluigi M, Butterfield DA. Protein oxidation and lipid peroxidation in brain of subjects with Alzheimer's disease: insights into mechanism of neurodegeneration from redox proteomics. *Antioxid Redox Signal.* 2006 Nov-Dec;8(11-12):2021-37.

Ulrich RS, Simons RF, Losito BD, Fiorito E, Miles MA, Zelson M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *J Environ Psychol.* 1991 Sep;11(3):201-30.

United Nations [Internet]. New York: UN; 2019 [cited 2021 May 11]. World urbanization prospects: The 2018 Revision; [about 126 screens]. Available from: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>

Uttara B, Singh AV, Zamboni P, Mahajan RT. Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. *Curr Neuropharmacol.* 2009 Mar;7(1):65-74.

Van Eynde C, Denys S, Desloovere C, Wouters J, Verhaert N. Speech-in-noise testing as a marker for noise-induced hearing loss and tinnitus. *B-ENT.* 2016;Suppl 26(1):185-91.

Walker G, Mitchell G, Fairburn J, Smith G. Industrial pollution and social deprivation: evidence and complexity in evaluating and responding to environmental inequality. *Local Environ.* 2005;10(4):361-77.

World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Geneva: WHO; 2011.

World Health Organization. Global report on urban health: equitable, healthier cities for sustainable development. Geneva: WHO; 2016.

World Health Organization. Guidelines for Community Noise. Geneva: WHO; 1999.

World Health Organization. Night Noise Guidelines for Europe. Geneva: WHO; 2009.

World Health Organization. Noise guidelines for the European Region. Geneva: WHO; 2018.

Zhao Y, Sun Q, Chen G, Yang J. Hearing emotional sounds: category representation in the human amygdala. *Soc Neurosci.* 2018 Feb;13(1):117-28.

## ANEXOS

### ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Parecer nº. ETIC 253/06

**Interessado: Profa. Waleska Teixeira Caiaffa**  
**Departamento de Medicina Preventiva e Social**  
**Faculdade de Medicina - UFMG**

#### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 24 de junho de 2009, a solicitação de adendo ao projeto de pesquisa intitulado **“Análise dos fatores condicionantes da saúde da população por áreas delimitadas e formulação de propostas de intervenção: Projeto modos de vida, estilos e hábitos saudáveis em BH (Projeto Move-se BH) - Uma avaliação epidemiológica”** considerando que haverá benefícios em termos de saúde coletiva com a proposta em questão.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral**  
**Coordenadora do COEP/UFMG**

## ANEXO B – Comunicado de aceite do artigo de resultados 1

**REVISTA BRASILEIRA DE EPIDEMIOLOGIA**  
*BRAZILIAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY*

---

Ref.: 7264-21

São Paulo, 14 de abril de 2021.

Ilma. Sra.  
Fernanda Abalen Martins Dias  
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais: Belo Horizonte, Minas Gerais

*Ref.: RBEPID-2021-0089*

Prezada colaboradora,

Vimos comunicar a V.Sa. o resultado da apreciação do trabalho de sua autoria, intitulado "**Percepção do ruído como incômodo, características sociodemográficas, de saúde e percepção da vizinhança em uma metrópole brasileira: Estudo Saúde em Beagá**".

A Editoria Científica **aprovou** o trabalho, após reformulação.

Agradecendo a valiosa atenção e colaboração, despedimo-nos.

Atenciosamente,

Editoria Científica