

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
INSTITUTO DE RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

**RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO E QUALIDADE  
DO SONO**

**Maria Elisa Diniz Bucci**

Itajubá/MG,  
Fevereiro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
INSTITUTO DE RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

**Maria Elisa Diniz Bucci**

**RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO E QUALIDADE  
DO SONO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Luciana Botezelli

Itajubá/MG,  
Fevereiro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
INSTITUTO DE RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

**Maria Elisa Diniz Bucci**

**RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO E QUALIDADE DO SONO**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Alisson Flávio Barbieri – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Daniele Ornaghi Sant’Anna – UNIFEI

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Luciana Botezelli – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) (Coorientadora)

---

Prof. Dr. Luiz Felipe Silva – UNIFEI (Orientador)

---

Itajubá/MG,  
Fevereiro de 2021

# **DEDICATÓRIA**

A todos aqueles seres de quatro patas que passaram pela minha vida para ensinar o verdadeiro significado de amar, agradecer e lutar.

# AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus anjos protetores por me protegerem ao longo deste caminho, fornecendo força para persistir diante todas as adversidades.

Ao meu orientador, Prof. Luiz Felipe Silva, por todo apoio ao longo destes dois últimos anos. Seus ensinamentos me auxiliaram a ver a minha formação de uma outra forma, criando um amor por uma nova área, e me mostrando o quanto a justiça social e ambiental são importantes na nossa sociedade. Agradeço por todas as oportunidades, pelos incentivos e por toda a paciência em me instruir da melhor forma possível.

A minha coorientadora, Profa. Luciana Botezelli, por todo companheirismo ao longo da minha carreira acadêmica. Sou imensamente grata por te ter presente na minha vida. Seus conselhos e suas oportunidades possibilitaram o meu desenvolvimento acadêmico.

Aos membros da banca, Profa. Daniele Ornaghi Sant'Anna e Prof. Alisson Flávio Barbieri, por contribuírem pelo aprimoramento do meu trabalho e pela minha formação.

Aos meus pais por acreditarem nos meus sonhos e me incentivarem a continuar lutando. Todo amor, zelo e apoio contribuíram para eu finalizar este ciclo na minha vida.

Aos meus amigos que são como irmãos, Amanda Domingas Ediodato de Sousa e Bruno Spezzi, por sempre estarem presentes. O poder de uma palavra amiga, de uma risada e de um abraço é indiscutível.

Ao Rodolfo dos Santos Fonseca por todo amor e companheirismo. Seu auxílio na árdua tarefa de coleta de dados deste trabalho demonstrou toda sua dedicação, paciência e parceria.

Aos amigos que partiram do Estado de Amazonas rumo à Minas Gerais e que entraram na minha para nunca mais sair, Legila Albuquerque Torres e Kaleb Ribeiro Alho. A amizade de vocês foi uma das melhores coisas que aconteceu durante este período.

Aos familiares Rosa Maria Diniz e José Maria dos Santos, por me auxiliarem na busca de dados que contribuíram na confecção deste trabalho.

Aos colegas que, com toda sua bagagem de conhecimento e prontidão, me auxiliaram na construção deste trabalho, João Paulo de Lima Braga e Gabryell Tavares.

Às minhas gatinhas, Tarsila e Dulce, que, mesmo sem dizer uma só palavra, estiveram juntos ao meu lado, me amando e me auxiliando a manter minha saúde mental.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pesquisa concedida, fundamental para o desenvolvimento das minhas atividades.

“As rosas da resistência nascem no asfalto. A gente recebe rosas, mas vamos estar com o punho cerrado falando de nossa existência contra os mandos e desmandos que afetam nossas vidas”.

**Marielle Franco**

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo investigar a influência da vegetação urbana como moduladora das respostas à exposição ao ruído urbano, por meio do desenvolvimento de três manuscritos. O **Manuscrito 1** buscou investigar a eficiência da vegetação urbana na exposição ao ruído. Foram levantados os níveis sonoros e a quantificação do volume do tráfego rodoviário para duas seções estudadas, a rodovia BR-459 e uma via protegida pelo corredor de vegetação. Foi realizada a caracterização da vegetação urbana no corredor por meio da composição florística e de características intrínsecas dos indivíduos arbóreos, como porte, circunferência do tronco, largura das folhas e da copa. Compararam-se os valores entre os níveis sonoros medidos e aqueles estimados pelo algoritmo de modelo de predição. A associação entre as características dos indivíduos arbóreos e o ruído de tráfego foi feita pelo ranqueamento de *Spearman*. Os níveis sonoros equivalentes ( $L_{Aeq}$ ) obtidos em campo foram 73,7 dB(A) e 62,5 dB(A) para as áreas contíguas à rodovia e ao corredor de vegetação, respectivamente. Na mesma ordem, segundo o modelo aplicado, os valores dos  $L_{Aeq}$  foram de 77,5 dB(A) para a rodovia e 68,4 dB(A) para a via protegida pela vegetação. A diferença maior entre os valores obtidos para o corredor aponta para uma possível atenuação oferecida pela vegetação. Foi observada uma maior prevalência (50,0%), significativa, de muito incomodados em residentes ao longo da rodovia, quando se compara à outra área. A circunferência dos troncos apresentou associação positiva significativa com os níveis sonoros no trecho. Sugere-se a adoção de estudos com maior profundidade que superem os limites existentes nestes devido alguns resultados inconclusivos acerca da influência da vegetação. O **Manuscrito 2** investigou a associação entre exposição ao ruído de tráfego rodoviário e incômodo e a influência da vegetação urbana nos bairros Avenida, Boa Vista, Porto Velho, Varginha, São Sebastião e Santa Rosa do município de Itajubá/MG. Foram utilizados dois instrumentos sobre a amostra de sujeitos: um questionário estruturado para investigar a percepção sobre o incômodo e a presença de vegetação urbana na área e o *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ). As análises dos dados obtidos pela aplicação dos questionários foram realizadas por meio da regressão logística. Foram encontradas associações significativas entre o indivíduo estar muito incomodado com o ruído do tráfego rodoviário e viver próximo a áreas ruidosas, a percepção que o ruído prejudique a qualidade do sono; a existência de distúrbios relacionados ao sono, a raça parda e o nível alto de escolaridade. Conclui-se que, pelos instrumentos utilizados, não foi encontrada associação quanto à percepção da vegetação como mediadora em relação à diminuição do incômodo pela exposição ao ruído. A associação entre a exposição ao ruído do tráfego rodoviário e qualidade do sono, mediada pela vegetação urbana nas mesmas localidades do Manuscrito 2 foi investigada no **Manuscrito 3**. Dois instrumentos foram utilizados sobre a amostra de sujeitos: um questionário estruturado para explorar a percepção sobre interferência na qualidade do sono e a vegetação urbana presente na área e o MSQ utilizado para caracterizar os distúrbios relacionados à qualidade do sono. As análises dos dados obtidos por ambos os instrumentos também foram realizadas por regressão logística. Em relação à percepção da interferência na qualidade do sono, manifestação de incômodo pelo ruído de tráfego, viver com companheiro e tempo de residência superior a dois anos apresentaram associação significativa positiva, enquanto que idade, negativa. Intensidade do incômodo, baixa escolaridade, pequena concentração de vegetação e viver sozinho ou até com uma pessoa apresentaram associação significativa positiva com qualidade do sono aferida pela MSQ. Conclui-se que a vegetação está associada com a qualidade do sono da amostra analisada apenas pelo instrumento MSQ.

**Palavras-chave:** Poluição sonora; Saúde coletiva; Tráfego rodoviário; Corredores verdes.

# ABSTRACT

The present work aimed to investigate the influence of urban vegetation as a modulator of responses to exposure to urban noise, through the development of three manuscripts. **Manuscript 1** sought to investigate the efficiency of urban vegetation in noise exposure. The sound levels and the quantification of the volume of road traffic were surveyed for two sections studied, the BR-459 highway and a road protected by the vegetation corridor. The characterization of the urban vegetation in the corridor was carried out through the floristic composition and intrinsic characteristics of the arboreal individuals, such as size, circumference of the trunk, width of the leaves and the crown. The values between the measured sound levels and those estimated by the prediction model algorithm were compared. The association between the characteristics of arboreal individuals and traffic noise was made using Spearman's ranking. The equivalent sound levels ( $L_{Aeq}$ ) obtained in the field were 73.7 dB(A) and 62.5 dB(A) for the areas adjacent to the highway and the vegetation corridor, respectively. In the same order, according to the model applied, the  $L_{Aeq}$  values were 77.5 dB(A) for the highway and 68.4 dB(A) for the road protected by vegetation. The biggest difference between the values obtained for the corridor points to a possible attenuation offered by the vegetation. There was a higher prevalence (50.0%), significant, of very disturbed residents along the highway, when compared to the other area. The circumference of the trunks showed a significant positive association with the sound levels in the stretch. It is suggested to adopt studies with greater depth that exceed the existing limits in these due to some inconclusive results regarding the influence of vegetation. **Manuscript 2** investigated the association between exposure to noise from road traffic and annoyance and the influence of urban vegetation in the neighborhoods Avenida, Boa Vista, Porto Velho, Varginha, São Sebastião and Santa Rosa in the municipality of Itajubá/MG. Two instruments were used on the sample of subjects: a structured questionnaire to investigate the perception of annoyance and the presence of urban vegetation in the area and the Mini Sleep Questionnaire (MSQ). The analyzes of the data obtained by applying the questionnaires were carried out through logistic regression. Significant associations were found between the individual being highly annoyed with the noise of road traffic and living near noisy areas, the perception that the noise impairs the quality of sleep; the existence of sleep-related disorders, ethnicity and a high level of education. It's concluded that, by the instruments used, no association was found regarding the perception of vegetation as a mediator in relation to the reduction of annoyance due to noise exposure. The association between exposure to road traffic noise and sleep quality, mediated by urban vegetation in the same locations as Manuscript 2 was investigated in **Manuscript 3**. Two instruments were used on the sample of subjects: a structured questionnaire to explore the perception of interference on sleep quality and the urban vegetation present in the area and the MSQ used to characterize disorders related to sleep quality. The analysis of the data obtained by both instruments was also performed by logistic regression. Regarding the perception of interference in the quality of sleep, manifestation of annoyance due to traffic noise, living with a partner and residence time over two years, there was a significant positive association, as for age, negative. Intensity of annoyance, low education, low concentration of vegetation and living alone or even with a person showed a significant positive association with quality of sleep as measured by MSQ. It's concluded that vegetation is associated with the sleep quality of the sample analyzed only by the MSQ instrument.

**Keywords:** Noise pollution; Collective health; Road traffic; Green corridors.



# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Níveis típicos de ruído.....	19
<b>Figura 2</b> – Fluxograma de legislações específicas direcionadas ao ruído.....	23
<b>Figura 3</b> – Fluxograma de classificação da vegetação urbana.....	27
<b>Figura 4</b> – Fluxograma de legislações específicas voltadas para a existência de vegetação...29	
<b>Figura 5</b> – Efeitos diretos e indiretos da vegetação urbana.....	34
<b>Figura 6</b> – Fluxograma da metodologia utilizada no presente trabalho.....	43
<b>Figura 7</b> – Localização do município de Itajubá/MG.....	44
<b>Figura 8</b> – Rodovia BR-459 e logradouro utilizados nas medições de nível sonoro localizadas entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, no município de Itajubá/MG.....	45
<b>Figura 9</b> – Bairros Boa Vista e Avenida, onde os questionários relacionados ao incômodo foram aplicados.....	54
<b>Figura 10</b> – Bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, onde os questionários relacionados ao incômodo foram aplicados.....	55
<b>Figura 11</b> – Bairro Santa Rosa, onde os questionários relacionados ao incômodo foram aplicados.....	55
<b>Figura 12</b> – Bairros Boa Vista e Avenida, onde os questionários relacionados à qualidade do sono foram aplicados.....	60
<b>Figura 13</b> – Bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, onde os questionários relacionados à qualidade do sono foram aplicados.....	61
<b>Figura 14</b> – Bairro Santa Rosa, onde os questionários relacionados à qualidade do sono foram aplicados.....	61

## MANUSCRITO 1

<b>Figura 1</b> – Localização da área estudada.....	70
<b>Figura 2</b> – Mapa acústico diurno para o trecho localizado entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião.....	77
<b>Figura 3</b> – Indivíduos arbóreos que fazem parte do corredor de vegetação analisado no trecho entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, Itajubá/MG.....	82

<b>Figura 4</b> – Frequência em porcentagem da circunferência do tronco e da largura das folhas dos indivíduos arbóreos encontrados no trecho entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião.....	87
---	----

## **MANUSCRITO 2**

<b>Figura 1</b> – Localização dos bairros analisados na área urbana no município de Itajubá/MG.....	99
<b>Figura 2</b> – Frequência do nível de incômodo relatado da população estudada.....	105
<b>Figura 3</b> – Probabilidade de ocorrência de ser muito incomodado, considerando as variáveis significativas obtidas do modelo de regressão logística múltipla considerando o pior (PC) e o melhor cenário (MC) .....	110
<b>Figura 4</b> – Frequência em porcentagem (%) da percepção dos sujeitos da pesquisa em relação a quantidade de vegetação urbana localizada próxima às respectivas residências.....	112

## **MANUSCRITO 3**

<b>Figura 1</b> – Probabilidade de ocorrência de interferência na qualidade do sono, considerando a idade e as variáveis significativas obtidas no modelo de regressão logística múltipla.....	132
<b>Figura 2</b> – Probabilidade de ocorrência de distúrbios relacionados ao sono, considerando as variáveis significativas obtidas no modelo de regressão logística múltipla.....	133

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1</b> - Quadro de questões e hipóteses a serem analisadas no presente trabalho.....	40
<b>Quadro 2</b> - Aspectos de caracterização dos ruídos levantados em campo.....	47
<b>Quadro 3</b> – Aspectos da vegetação que foram coletados em campo.....	48
<b>Quadro 4</b> – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde ao salário mínimo de 2020.....	51
<b>Quadro 5</b> – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.....	56
<b>Quadro 6</b> – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.....	62

## **MANUSCRITO 1**

**Quadro 1** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde ao salário mínimo de 2020.....75

## **MANUSCRITO 2**

**Quadro 1** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.....102

## **MANUSCRITO 3**

**Quadro 1** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.....126

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).....	24
<b>Tabela 2</b> – Estimativa do fluxo horário de veículos que trafegam pela BR-459 e pela via protegida pelo corredor de vegetação.....	50

### MANUSCRITO 1

<b>Tabela 1</b> – Estimativa do fluxo horário de veículos que trafegam pela BR-459 e pela via protegida pelo corredor de vegetação.....	74
<b>Tabela 2</b> – Caracterização dos níveis sonoros da área em dB(A) na rodovia BR-459 e na via posterior ao corredor de vegetação, em que FS representa os finais de semana e DU os dias úteis.....	79
<b>Tabela 3</b> – Número absoluto (N), distribuição em porcentagem (%) e valor de p dos sujeitos da pesquisa, considerando aqueles que viviam próximo a áreas de elevado tráfego rodoviário (Rodovia BR-459) e próximo a um corredor de vegetação (Corredor).....	80
<b>Tabela 4</b> – Dados da composição florística do trecho analisado, em que N representa o número absoluto e (%) representa a frequência em porcentagem das espécies encontradas.....	83
<b>Tabela 5</b> – Prevalência dos dados levantados pelo subconjunto de questionários, considerando as seguintes variáveis existência de incômodo, o nível elevado de incômodo, a percepção da qualidade do sono, a má qualidade do sono e o uso de remédios e tranquilizantes para dormir distribuídas pelo corredor e pela rodovia BR-459.....	86

### MANUSCRITO 2

<b>Tabela 1</b> – Número absoluto (N) e frequência em porcentagem (%) dos sujeitos da pesquisa, considerando aqueles que viviam próximo a áreas de elevado tráfego rodoviário (N Exposto) e próximo a um corredor de vegetação (N Vegetação).....	104
<b>Tabela 2</b> – Número absoluto (N) e frequência em porcentagem (%) da caracterização da população incomodada com o nível de ruído proveniente do tráfego rodoviário presente nas áreas analisadas, em que AM representa os sujeitos médio incomodados, A os incomodados e HA aqueles muito incomodados na área estudada.....	106
<b>Tabela 3</b> – Modelo final, apresentando as variáveis significativas para sujeitos que se encontram muito incomodados com o ruído proveniente do tráfego rodoviário.....	108

## MANUSCRITO 3

**Tabela 1** – Descrição da amostra, da percepção sobre a interferência causada na qualidade do sono pela exposição ao ruído do tráfego rodoviário (PIQS) e dos problemas do sono obtidos pelo MSQ em adultos residentes em áreas do município de Itajubá/MG, 2020.....127

**Tabela 2** – Variáveis significativas para a percepção da interferência na qualidade do sono devido à exposição ao tráfego rodoviário e para a ocorrência de distúrbios relacionados ao sono, conforme dados levantados pelo MSQ.....129

# APRESENTAÇÃO

Esta dissertação, que será apresentada no formato de três artigos científicos, está sendo efetuada com o objetivo de concluir o programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Itajubá.

Primeiramente, é apresentado um panorama dos aspectos que envolvem o ruído, buscando defini-lo, relacioná-lo com aspectos da urbanização e da saúde e demonstrar os principais aspectos legislativos brasileiros que regem a poluição sonora. Posteriormente, é abordada a temática da vegetação urbana, almejando apresentar uma definição, um contexto histórico das áreas verdes urbanas e sua utilização como uma política de promoção de saúde. Por fim, é apresentado a relação entre a existência de vegetação urbana e a atenuação do ruído.

No Manuscrito 1 “A EFICIÊNCIA DA VEGETAÇÃO URBANA NA ATENUAÇÃO DO RUÍDO PROVENIENTE DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO” será investigada a eficiência da vegetação urbana em relação à atenuação do ruído sonoro presente em uma área de vasto tráfego rodoviário no município de Itajubá/MG. Esta investigação será feita por meio do levantamento dos níveis sonoros presentes na área, da caracterização dos indivíduos arbóreos e da confecção de mapas sonoros para melhor ilustrar os achados do presente trabalho.

No Manuscrito 2 “EXPOSIÇÃO AO RUÍDO, INCÔMODO E QUALIDADE DO SONO: INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO URBANA” e no Manuscrito 3 “RUÍDO DE TRÁFEGO E QUALIDADE DO SONO: INVESTIGAÇÃO SOBRE A MEDIAÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA” foram relatadas as percepções da população residente na área de estudo. Tais relatos foram obtidos por meio da aplicação de questionários, que, além de levantar dados sociodemográficos para a caracterização dos residentes, ainda levantou o entendimento da comunidade em relação ao nível de incômodo causado pelo ruído proveniente do tráfego rodoviário e a sua qualidade do sono, levando em consideração a interferência da vegetação urbana sob estes aspectos de saúde.

Dessa forma, a estrutura da presente dissertação é composta pelos seguintes itens:

1. Introdução: composta por um texto que descreve o contexto que envolve ruído, qualidade do sono, urbanização e vegetação urbana, elencando definições, contextualização história e legislações brasileiras pertinentes à temática abordada.
2. Objetivos: apresenta os objetivos que orientou a pesquisa, destacando o objetivo geral da pesquisa e os específicos de cada manuscrito elaborado.

3. Método de pesquisa: explicita os materiais e métodos utilizados para a realização da pesquisa: caracterização da área de estudo, análise estatística, softwares utilizados e aspectos éticos.
4. Resultados e discussão: composto por três manuscritos. As formatações de cada manuscrito irão seguir as normas da revista escolhida para posterior publicação. Ambos os manuscritos serão traduzidos para o inglês após a defesa e considerações dos membros da banca.
5. Conclusões: replica os objetivos apresentados, apresenta os aspectos mais pertinentes encontrados na pesquisa e as demais considerações finais.
6. Referências bibliográficas.
7. Apêndices.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>1.1 Som e Ruído: Definições</b> .....	18
<b>1.2 Ruído e Urbanização</b> .....	19
<b>1.3 Ruído e Doença</b> .....	20
<b>1.4 Poluição Sonora: Legislação</b> .....	22
<b>1.5 Vegetação Urbana: Definições</b> .....	25
<b>1.6 Vegetação Urbana e Cidades: Contextualização Histórica</b> .....	27
<b>1.7 Vegetação Urbana: Legislação</b> .....	28
<b>1.8 Vegetação Urbana e Saúde Coletiva</b> .....	30
<b>1.9 Vegetação Urbana e Meio Ambiente</b> .....	32
<b>1.10 Vegetação Urbana como Barreira Acústica</b> .....	33
<b>1.11 Vegetação Urbana e Promoção de Saúde</b> .....	36
<b>1.12 Vegetação Urbana e Vulnerabilidade Socioambiental</b> .....	37
<b>1.13 Justificativa</b> .....	39
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	42
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	42
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	42
<b>2.2.1 MANUSCRITO 1</b> .....	42
<b>2.2.2 MANUSCRITO 2</b> .....	42
<b>2.2.3 MANUSCRITO 3</b> .....	42
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	43
<b>3.1 Caracterização da Área de Estudo</b> .....	43
<b>3.2 MANUSCRITO 1</b> .....	44
<b>3.2.1 Local de Estudo</b> .....	44
<b>3.2.2 Ruído</b> .....	45
<b>3.2.2.1 Nível Sonoro Equivalente (<math>L_{Aeq}</math>)</b> .....	45
<b>3.2.2.2 Caracterização dos Tipos de Veículos</b> .....	47
<b>3.2.3 Vegetação Urbana</b> .....	47
<b>3.2.3.1 Caracterização e Composição Florística</b> .....	48
<b>3.2.4 Análise dos Dados</b> .....	49
<b>3.2.4.1 Modelos de Cálculo de Nível Sonoro Equivalente</b> .....	49
<b>3.2.4.2 Prevalência</b> .....	50
<b>3.2.4.3 Teste de correlação do ranqueamento de <i>Spearman</i></b> .....	52
<b>3.2.5 Softwares utilizados</b> .....	52



3.3	MANUSCRITO 2.....	53
3.3.1	Tipo de estudo .....	53
3.3.2	Aspectos éticos.....	53
3.3.3	Fonte de dados.....	53
3.3.4	Softwares utilizados .....	56
3.3.5	Análises estatísticas.....	56
3.4	MANUSCRITO 3.....	59
3.4.1	Tipo de estudo .....	59
3.4.2	Aspectos éticos.....	59
3.4.3	Fonte de dados.....	59
3.4.4	Softwares utilizados .....	62
3.4.5	Análises estatísticas.....	62
4.	RESULTADOS .....	66
4.1	MANUSCRITO 1.....	66
4.2	MANUSCRITO 2.....	96
4.3	MANUSCRITO 3.....	120
5.	CONCLUSÃO.....	141
6.	AGRADECIMENTOS .....	142
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	142
	APÊNDICE .....	155

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Som e Ruído: Definições

A diferença entre som e ruído é dependente da conotação dada ao fenômeno. Assim sendo, o ruído seria aquele som indesejável, passível de julgamento negativo e que não tenha nenhuma harmonia; já o som é qualquer “sensação produzida no sistema auditivo”, sendo representado pela vibração “das moléculas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes” (BISTAFA, 2006).

Já para Almeida *et al.* (2000), som seria “um agente físico resultante da vibração de moléculas do ar e que se transmite como uma onda longitudinal” e o ruído, mais uma vez, provocaria uma sensação desagradável. Para estes autores, o ruído apresenta uma noção de estrondo e é “constituído por várias ondas sonoras com relação de amplitude e fase distribuídas anarquicamente”.

Conforme Gerges (2000), o som está presente no cotidiano da comunidade, sendo caracterizado “por flutuações de pressão em um meio compressível” que estejam situadas dentro de uma determinada faixa de valores (20 Hz a 20 kHz) audíveis ao ouvido humano. Para ele, o ruído, mais uma vez, possui a sensação de um som desagradável e indesejável, tendo efeitos distintos nos indivíduos, uma vez que há uma dependência tanto de suas características (frequência, duração, amplitude, etc) quanto das atitudes do indivíduo exposto frente a ele.

Murgel (2007) também buscou distinguir som e ruído em sua obra. Ele especificou o som como sendo “qualquer vibração com frequência dentro da faixa audível pelo ser humano” e, além do sentido desagradável e danoso ao meio ambiente e à saúde provocado pelo ruído. O autor ainda o define em termos físicos como sendo “um conjunto de sons produzidos por vibrações irregulares, sem o caráter de periodicidade e harmonia”, essa falta de harmonia seria o fator que torna o som desagradável.

Nesse contexto, o ruído passa a ter um conceito mais subjetivo, uma vez que depende do conteúdo das informações que transporta e, principalmente, de sua capacidade de ser controlado (NAVAI; VEITCH, 2003). Pode-se dizer, então, que o incômodo decorrente da exposição ao ruído representa um sentimento que reflete desconforto, descontentamento e insatisfação, podendo interferir diretamente nas atividades desempenhadas pelo indivíduo (PASSCHIER-VERMEER; PASSCHIER, 2000).

Apesar das características físicas já mencionadas, é importante destacar a subjetividade presente nos gostos pessoais que interferem diretamente na caracterização de um “som” como sendo um “ruído indesejável”. Todavia, existem características de fontes sonoras “que dispensam a discussão sobre a qualidade do som”, uma vez que podem interferir diretamente na saúde coletiva (MURGEL, 2007). Dessa forma, torna-se importante caracterizar o ruído presente nas cidades e sua interferência na saúde humana.

## 1.2 Ruído e Urbanização

Inicialmente utilizado como processo de embelezamento das cidades, o urbanismo, hoje, possui um sentido voltado para o social, visando o bem-estar coletivo e a organização do espaço urbano (SILVA, 2012). O crescimento populacional, a urbanização e o desenvolvimento tecnológico estão diretamente relacionados com a saúde coletiva, uma vez que interferem na qualidade ambiental urbana (RIBEIRO; VARGAS, 2015).

Existem várias fontes de ruído no ambiente urbano: “tráfego (rodoviário, ferroviário e aéreo), instalações industriais, construção civil e atividades sociais (festas, feiras e mercados ao ar livre e ruído residencial)”, sendo a poluição sonora uma das principais fontes de perda de qualidade ambiental e de vida (VIANNA; RODRIGUES; CARDOSO, 2015). Isto posto, é relevante destacar que existem limites típicos de ruído presentes em ambientes e meios de transporte urbano a fim de não afetar a saúde coletiva (Figura 1).



**Figura 1** – Níveis típicos de ruído (Fonte: BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2017).

O uso de automóveis e de veículos automotores comprometem a qualidade de vida e a saúde coletiva não apenas pelos gases emitidos, mas, também, pela exposição à vibração e ao ruído (COSTA; SILVA; COHEN, 2013). Nunes e Ribeiro (2008) descreveram o ruído do tráfego urbano como sendo “um som desagradável, que não transmite qualquer mensagem, não apresenta harmonia e, por muitas vezes, supera os níveis de ruído definidos pela legislação”.

Conforme resultados encontrados por Paz, Ferreira e Zannin (2005), o incômodo causado pelo tráfego rodoviário sobrepõe aquele causado por trens e aviões em áreas distintas do município de Curitiba/PR. Em um estudo realizado em Montreal, Canadá, os resultados foram semelhantes, tendo o tráfego rodoviário, aviões, animais, construções comerciais e industriais e trens como as principais fontes de ruído causadoras de incômodo (RAGETTLI *et al.*, 2015).

O ruído causado por aeronaves e seu impacto na saúde mental da população de Frankfurt, Alemanha, também foi destacado, enfatizando o aumento dos casos de depressão e ansiedade em habitantes que vivem próximo ao Aeroporto de Frankfurt (BEUTEL *et al.*, 2016). Os autores supracitados ainda destacaram outras fontes de ruído urbana responsáveis por causar incômodo na população, sendo eles: tráfego rodoviário e ferroviário, vizinhança e atividades industriais.

A exposição a longo prazo ao ruído em moradores de áreas barulhentas pode causar incômodo no indivíduo, interferindo no seu comportamento e causando irritabilidade e angústia (GUSKI; SCHRECKENBERG; SCHUEMER, 2017). Assim, os usuários das vias públicas urbanas podem ter sua saúde diretamente afetada pela exposição ao ruído, sendo de extrema importância a realização de novos estudos na área (SAKAI *et al.*, 2019).

### **1.3 Ruído e Doença**

A exposição ao ruído pode trazer tanto agravos auditivos quanto não auditivos, sendo um importante problema de saúde pública (WHO, 2011). Dessa forma, é importante caracterizar os principais agravos relacionados a exposição à poluição sonora (MURGEL, 2007; PASSCHIER-VERMEER; PASSCHIER, 2000; BREVIGLIERO; POSSEBON; SPINELLI, 2017):

- Incômodo: os níveis de aceitação variam conforme o receptor e o ruído de fundo existente, sendo as reclamações negativas vindas, geralmente, a partir de 65 dB(A);

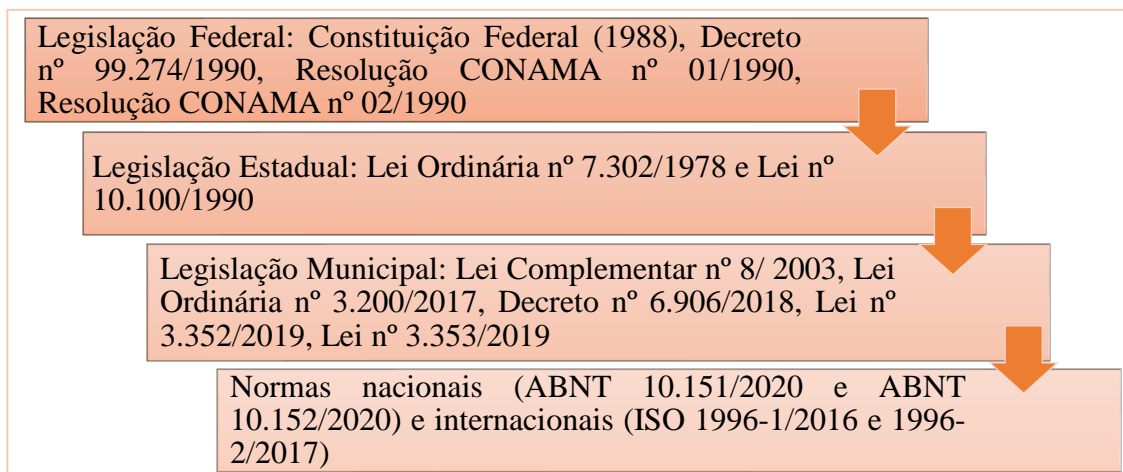
- Perda auditiva por exposição ao ruído intenso: processo lento e irreversível, demonstrando a importância de prevenção. Logo, recomenda-se que evitem exposições prolongadas a níveis de ruído acima de 75 dB(A) para preservar a audição;
- Zumbido: efeito temporário caracterizado como sendo “a perda de audição nas frequências mais altas (de 4 kHz a 6 kHz) acompanhada da sensação de percepção do ruído após o afastamento da fonte sonora, que permanece por alguns minutos ou até horas depois que cessa o ruído intenso;
- Efeitos neuropsíquicos e psicossociais: o ambiente ruidoso pode causar sentimentos como raiva e irritação nos seres humanos, afetando a qualidade do sono, a comunicação verbal, provocando dores de cabeça e interferindo nas relações sociais e afetivas; tais efeitos começam a serem sentidos em ambientes com níveis sonoros a partir de 55 dB(A);
- Prejuízo ao sono: caracterizado tanto pela insônia e a dificuldade em adormecer, como, também, a diminuição de períodos de sono profundo, impedindo o descanso adequado do indivíduo, comprometendo as atividades que serão desempenhadas pelo mesmo no dia seguinte;
- Ação nos outros órgãos: possui dois tipos de reações, sendo elas:
  - a. Reação de alarme: caracterizada como sendo uma “resposta rápida do organismo à ameaça que o ruído pode representar”, sendo uma espécie de defesa do organismo, que está instantaneamente em prontidão. Possui os seguintes sintomas: aumento da frequência cardíaca e respiratória e a elevação da pressão arterial, aumento da secreção salivar, dilatação pupilar, brusca contração muscular, aumento de adrenalina e noradrenalina, aumentando a oxigenação do cérebro e mantendo-o em máxima atividade;
  - b. Reação neurovegetativa: é a resposta lenta do organismo. Possui os seguintes sintomas: pequena variação cardíaca e da pressão arterial, havendo “rareamento da frequência e da intensidade respiratória, além de hipertonia muscular e modificação da motilidade gastrointestinal”;
- Diminuição da habilidade de concentração: a exposição ao ruído causa a diminuição do rendimento escolar de crianças provocado pela falta de atenção. Recomenda-se, para um bom rendimento intelectual, que o ruído seja mantido abaixo de 55 dB(A), já que níveis acima disso afetam a capacidade de memorizar, planejar e concentrar na leitura, aumentando a probabilidade de erros;

- Distúrbios cardiovasculares: caracterizado por problemas de alteração de pressão arterial e surgimento de doenças isquêmicas do coração em adultos (70 dB(A)) e crianças (60 dB(A));
- Queda na atividade motora: a exposição ao ruído intenso altera a condutividade elétrica do cérebro, causando a diminuição da atenção, concentração e, conseqüentemente, da produtividade;
- Funções sexuais e reprodutivas: desequilíbrio do sistema endócrino pode levar a diminuição dos hormônios gonodais, causando diminuição da libido, impotência e infertilidade em homens e alteração do ciclo menstrual, suspensão da ovulação e infertilidade em mulheres;
- Gravidez: a diminuição da produção de lactogênio placentário, um hormônio que regula o crescimento do embrião, em mulheres grávidas expostas a elevados níveis de ruído pode ocasionar a má formação neurológica e, até mesmo, o aborto;
- Dependência química: a ação de viciar do ruído ocorre devido a liberação de endorfinas, que possuem efeito anestésico e estimulante. Nesse caso, a partir de 55 dB(A) pode haver a liberação destas substâncias capazes de deixar os indivíduos ruído-dependentes.

Existem estudos, ainda, que buscam correlacionar a poluição do ar, a exposição ao ruído e o surgimento de agravos na saúde coletiva, isso acontece devido à forte correlação entre fontes ruidosas e emissoras de material particulado, como é o caso de aeronaves e veículos automotores, sendo necessário políticas públicas que possam levar em consideração ambas poluições (STANSFELD, 2015; LEAFFER *et al.*, 2017, SHEPHERD *et al.*, 2016).

## **1.4 Poluição Sonora: Legislação**

A legislação brasileira aplicável a poluição sonora restringe-se a alguns regramentos federais (Constituição Federal, Política Nacional do Meio Ambiente, Resoluções CONAMA), estaduais e municipais, tendo, ainda, normas específicas tanto nacionais (da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT) quanto internacionais (da Organização Internacional de Normalização, ISO), que regulamentam a medição e o ruído como um padrão de qualidade. Existem, ainda, normas internacionais relacionadas ao ruído (Figura 2).



**Figura 2** - Fluxograma de legislações específicas direcionadas ao ruído (Fonte: Própria autora).

A Constituição Federal estabelece em seu art. 225º que todos possuem o direito de acesso a um “meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, sendo uma das bases para o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) – PNMA – objetiva o desenvolvimento socioeconômico por meio da “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida”, controlando e zoneando as atividades que podem ser efetivas ou potenciais poluidoras e acompanhando o estado da qualidade ambiental (art. 2º, V, VII) (BRASIL, 1981). O Decreto nº 99.274/1990 surge como forma de regulamentar a PNMA e garantir que o Poder Público controle atividades consideradas potencialmente poluidoras e implemente “um sistema de índices locais de qualidade ambiental em áreas críticas de poluição” (BRASIL, 1990a).

Já em relação às Resoluções CONAMA, a nº 001/1990 estabelece critérios para a emissão de ruídos advinda de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, incluindo propagandas políticas (BRASIL, 1990b). A Resolução CONAMA nº 002/1990 “dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – SILÊNCIO”, a fim de sensibilizar a população em relação a temática e visar a diminuição da emissão de ruídos (BRASIL, 1990c).

Existem, ainda, resoluções mais recentes que visam controlar a emissão de ruídos “para máquinas agrícolas e rodoviárias novas” (Resolução CONAMA nº 433/2011) (BRASIL, 2011) e “veículos automotores pesados novos de uso rodoviário”, estabelecendo limites máximos de

emissão de ruído e a metodologia a ser utilizada (Resolução CONAMA nº 490/2018) (BRASIL, 2018).

Em relação à legislação estadual do estado de Minas Gerais, existem dois regramentos que estipulam níveis de poluição sonora. A Lei Ordinária nº 7.302/1978 estipula um nível sonoro de 85 dB(A) para o ambiente exterior e no local de origem, determinando uma série de proibições independentes do nível sonoro (MINAS GERAIS, 1978). Já a Lei nº 10.100/1990, estabelece uma nova redação ao art. 2º da Lei Ordinária nº 7.302/1978, determinando um nível sonoro de 70 dB(A) para o dia e 60 dB(A) para a noite (MINAS GERAIS, 1990).

Ainda assim, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui duas normas referentes ao ruído que são citadas na Resolução CONAMA nº 001/1990 (BRASIL, 1990b). A ABNT 10.151/2019 com versão corrigida em 2020, além de estabelecer uma metodologia de medição de nível sonoro, objetiva o conforto da comunidade por meio da fixação de parâmetros de aceitabilidade do ruído pela comunidade, independentemente da existência de reclamações (ABNT, 2020a) (Tabela 1). A outra norma da ABNT é a NBR 10.152/2017 com versão corrigida em 2020, que irá estabelecer níveis de ruído no interior das edificações visando atender o conforto acústico nestes locais (ABNT, 2020b).

**Tabela 1** - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).

<b>Tipo de áreas</b>	<b>Diurno</b>	<b>Noturno</b>
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020).

Existem, ainda, duas normas da Organização Internacional de Normalização (ISO) que podem ser abordadas. A ISO 1996-1, além de descrever os procedimentos básicos para avaliação de ruído, ainda irá descrever os ruídos presentes em ambientes comunitários (ISO, 2016) e a ISO 1996-2, que é a responsável por estipular limites de ruído ambiental e descrever os níveis de pressão sonora (ISO, 2017).



Por fim, em relação à legislação municipal, Itajubá garante em seu Plano Diretor de Desenvolvimento, a qualidade ambiental por meio de alguns regramentos que visam a criação de barreiras acústicas por atividades consideradas ruidosas (art. 53º, VI) e controlar e monitorar a poluição sonora (art. 109º, § 2º) (PMI, 2003). Ainda assim, é válido destacar que tal documento foi atualizado pela gestão pública municipal. A Lei nº 3.352/2019 considera indústria impactante aquela que também gera poluição sonora (art. 12º, XXIX) (PMI, 2019a) e a Lei nº 3.353/2019 coloca o ruído como “repercussão negativa” de atividades (art. 14º, IX) e estipula que medidas de mitigação sejam adotadas pelas mesmas, de forma a controlar o dano causado (art. 15º, X) (PMI, 2019b).

Contudo, ainda existem outros dois instrumentos que regulamentam o sossego e a diminuição do incômodo causado pelo ruído presente no município. A Lei Ordinária nº 3.200/2017 estabelece regras que objetivam garantir o sossego da comunidade através do controle do ruído de atividades não-industriais, comerciais ou institucionais, estabelecendo, inclusive, possíveis penalidades (PMI, 2017) e o Decreto nº 6.906/2018, regulamenta a lei citada anteriormente e busca atender o conforto da comunidade de acordo com a “aceitabilidade” e o monitoramento do ruído em áreas habitadas do município (art. 1, art. 2) (PMI, 2018).

## **1.5 Vegetação Urbana: Definições**

Para um bom entendimento da temática relacionada à vegetação urbana, é necessário destacar que, apesar de serem considerados sinônimos, os termos áreas verdes e arborização urbana distinguem-se entre si (BARGOS; MATIAS, 2011). Magalhães (2006) menciona a existência de um padrão de distribuição entre as terminologias utilizadas e a necessidade de haver uma diferenciação nestes termos para designar os diversos tipos de vegetação presentes nas cidades. Por conseguinte, faz-se necessário encontrar algumas definições para poder diferenciar os diversos tipos de vegetação urbana presente nos centros urbanos, sendo destacados nesta pesquisa os termos “áreas verdes e “arborização urbana”.

Conforme Morero, Santos e Fidalgo (2007), as áreas verdes são locais que possuem predomínio de vegetação arbórea, englobando jardins, praças e parques e que possa ser acessível à toda população, sem quaisquer distinções. Em termos legislativos, a Resolução CONAMA nº 369/2006 considera áreas verdes urbanas como sendo áreas de domínio público que causem “a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização” (BRASIL, 2006).

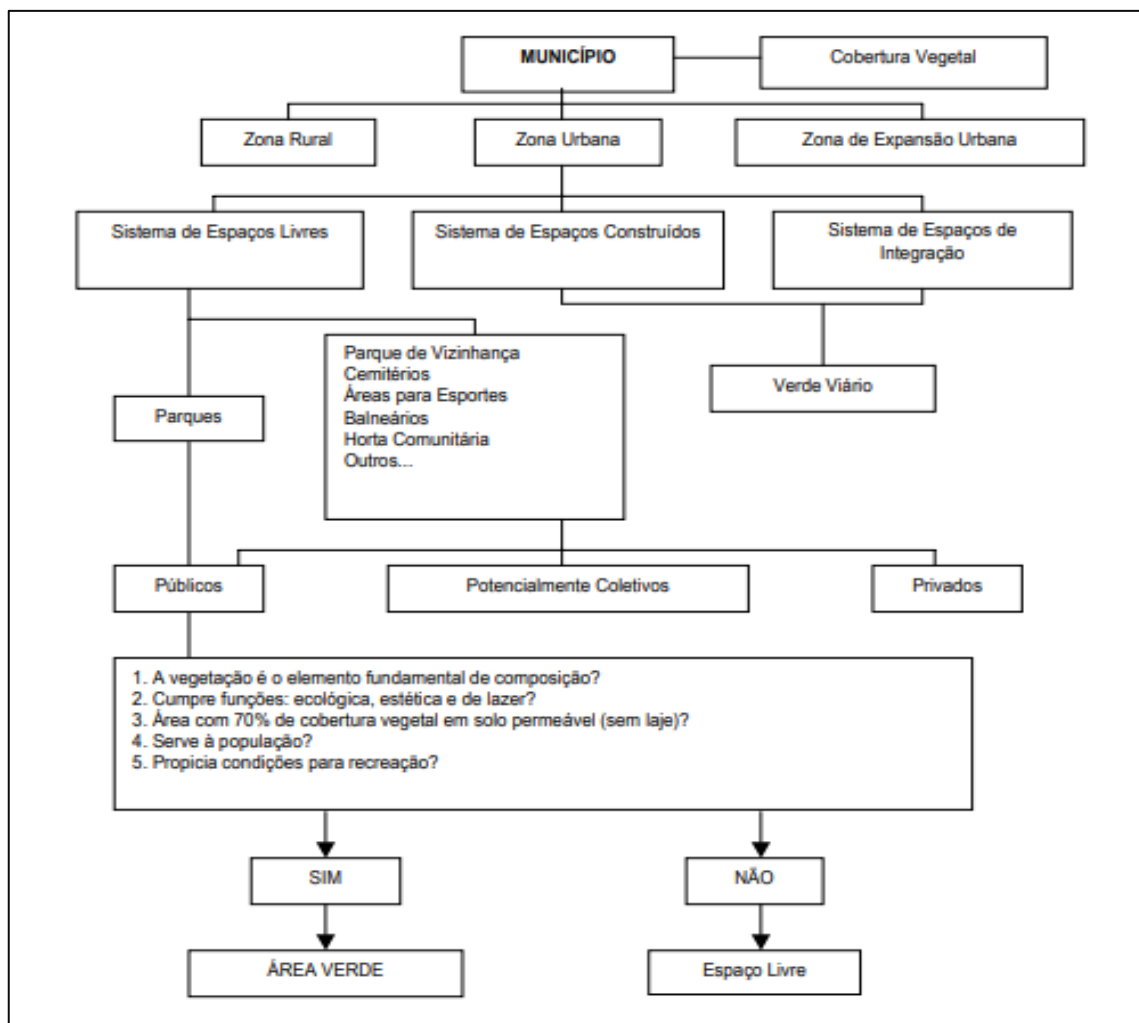
Bargos e Matias (2011), por sua vez, consideraram que as áreas verdes urbanas podem conter tanto vegetação arbórea quanto arbustiva, com solo predominantemente livre de qualquer cobertura impermeabilizante, de acesso público ou não e, assim como a Resolução CONAMA nº 369/2006, com funções ecológicas, estéticas e recreativas (BRASIL, 2006).

Já em relação ao termo arborização urbana, Rossetti, Pellegrino e Tavares (2010) destacaram que este demonstra que existe uma padronização de distribuição dos indivíduos arbóreos nas cidades. Em seu trabalho, Magalhães (2006) buscou as diversas formas de definição para a cobertura arbórea urbana, expondo, inclusive, que o termo arborização urbana é considerado no Brasil como sendo a conduta de plantar ou de cuidar das árvores, independente de sua quantidade.

Para Matos e Queiroz (2009), o conceito é mais amplo uma vez que, para eles, as áreas verdes urbanas podem incluir diversas categorias, como arborização das vias urbanas, avenidas, rotatórias, praças, parques e jardins, podendo ser tanto de uso público quanto privada. Conforme tais autores, a área verde urbana é um local no interior da cidade, que possui solo não impermeabilizado e a presença de vegetação predominantemente arbórea.

O termo arborização urbana também é visto como sendo um “verde de acompanhamento viário”, que, com as calçadas e o trânsito de veículos do local, pertencem à categoria dos ambientes construídos ou de integração urbana (CAVALHEIRO *et al.*, 1999). Assim como Cavalheiro *et al.* (1999), Arfelli (2004) apresenta a arborização urbana como sendo um constituinte acessório que possui funções paisagísticas e ambientais, estando presente em avenidas, parques ou canteiros centrais existentes em algumas vias.

A existência de tantas definições possíveis pode induzir a um uso inadequado destes locais dentro do meio urbano (BARGOS; MATIAS, 2011), podendo prejudicar o uso ordenado do solo, o planejamento adequado do zoneamento do município e causar transtornos à população. Buccheri Filho e Nucci (2006), organizaram um fluxograma (Figura 3) capaz de explicar a diferença entre vegetação viária, espaços livres e áreas verdes no meio urbano, sendo que a vegetação viária é aquela que interage com o ambiente construído e edificações da cidade, as áreas verdes são aquelas onde a vegetação é o elemento fundamental de composição, que cumprem funções ecológicas, protegendo e conservando os recursos naturais ali presentes; que promovem o embelezamento das cidades; que possui 70% do seu solo como sendo permeável e repleto de cobertura vegetal; que possui acesso aberto à população residente no meio urbano; favorecem práticas de recreação e lazer, e o espaço livre é aquele que não possui todos os atributos listados para a caracterização das áreas verdes.



**Figura 3** – Fluxograma de classificação da vegetação urbana (Fonte: BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006).

## 1.6 Vegetação Urbana e Cidades: Contextualização Histórica

Para entender a importância da vegetação para o meio urbano, torna-se imprescindível realizar uma contextualização histórica passando por fatos pontuais da história recente do país. A discussão inicia-se na colonização, passando pelo êxodo rural, na intensificação da urbanização e da favelização, chegando no cenário atual. Inicialmente, existiu um viés do uso da vegetação urbana com aspectos paisagísticos e estéticos. Apenas recentemente que tal atributo começou a ser visualizado como um prestador de serviços ecossistêmicos à população.

A colonização brasileira possibilitou não apenas uma economia baseada no extrativismo e na predação de seus recursos naturais pelo nosso colonizador, como, também, o surgimento das cidades brasileiras. Conforme Maricato (2003), algumas metrópoles brasileiras foram criadas, inclusive, como ponto estratégico para a realização do comércio realizado pelo mercado europeu.

O mundo colonial possibilitou um olhar racional e instrumentalizado sobre a natureza exposto por Santos (1992), que destacou, ainda, o surgimento de uma economia mundial baseada no uso de seus recursos em detrimento de estados e algumas classes hegemônicas. Maricato (2000) enfatizou o crescimento da população urbana brasileira devido a migração do campo para as cidades, sendo um processo totalmente desordenado e incapaz de atender as demandas de saneamento, saúde e infraestrutura.

Frente a toda essa desigualdade encontrada no Brasil, verificou-se que o processo de industrialização brasileiro se desenvolveu devido a implantação de ferrovias, a melhoria dos portos, a criação de meios de comunicação e o capitalismo presente nos meios de produção e de trabalho, permitindo tanto que o poder público incentivasse a prática de tais atividades a partir da década de 1930, como, também, a integração efetiva das atividades industriais ao meio urbano a partir das décadas de 1940-1950 (SANTOS, 1993).

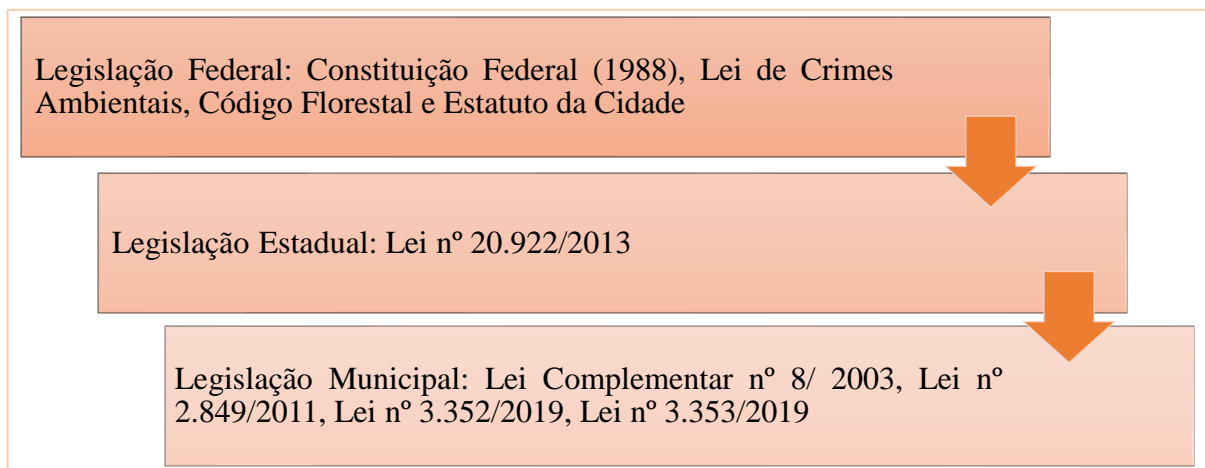
O contexto histórico da urbanização do Brasil passa, ainda, por um momento de ‘embelezamento paisagístico’, onde houve a expulsão da população mais pobre para os morros e áreas periféricas das cidades e uma conseqüente segregação territorial (MARICATO, 2000). Ainda conforme a autora supracitada, a segregação territorial expõe ainda mais as desigualdades presentes no meio social, escancarando os problemas ambientais decorrentes de uma ocupação desordenada e da falta de infraestrutura urbana.

Tal segregação possibilita que a população mais vulnerável e carente ocupe áreas desvalorizadas pelo mercado imobiliário de forma ilegal, causando não apenas a exclusão de direitos básicos, a invisibilização e a violência contra essa população, como, também, a depredação ambiental e a ocupação de áreas de proteção ambiental (MARICATO, 2003).

A aplicação de uma série de regramentos legais que visem o ordenamento e a ocupação do solo correta nos municípios brasileiros torna-se imprescindível, sendo essenciais ferramentas que estabeleçam a existência, o planejamento e a manutenção de áreas verdes e vegetação urbana nos perímetros urbanos.

## **1.7 Vegetação Urbana: Legislação**

Tendo conhecimento sobre a importância da existência de um regramento legal sobre o uso e ocupação do solo e a existência de áreas verdes nas zonas urbanas, é importante destacar os aspectos legislativos que atuam sobre a temática. Nesse sentido, serão abordadas legislações aplicáveis no âmbito federal (Lei de Crimes Ambientais, Código Florestal e Constituição Federal), estadual e municipal, de Itajubá/MG (Figura 4).



**Figura 4** – Fluxograma de legislações específicas voltadas para a existência de vegetação urbana (Fonte: Própria autora).

A Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) determina, através do seu art. 49, o crime de "destruir, danificar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia", sendo passível até aplicação de pena (BRASIL, 1998). O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), apesar de ter sido alterada pela Lei nº 12.727/2012, estabelece a responsabilidade tanto da União, como, também, dos Estados e dos Municípios em colaboração com a sociedade civil em criar “políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais” (art. 1º, VI) (BRASIL, 2012).

A Constituição Federal apresenta dois artigos relevantes para a temática, o 182 e 225 (BRASIL, 1988). O art. 182 busca garantir o desenvolvimento das funções sociais da cidade e o bem-estar da sua população e o art. 225 estabelece o direito da sociedade quanto ao acesso à um meio ambiente ecologicamente equilibrado, que é essencial para manter a qualidade de vida alheia, sendo dever do Poder Público e da coletividade a obrigação de “defende-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) garante o direito à infraestrutura urbana por meio do estabelecimento de normas que regulamentam o uso da propriedade urbana em defesa do bem coletivo e do equilíbrio ambiental. Tal legislação, além de regularizar a criação de áreas verdes e espaços públicos de lazer (art. 26º, IV), também estabelece como instrumento de planejamento urbano o Plano Diretor (art. 4º, III, a) para municípios com pelo menos 20 mil habitantes, sendo que tal ferramenta é essencial para evitar a degradação e poluição ambiental, uma vez que garante a ordenação e o controle do uso do solo no meio urbano (BRASIL, 2001).

A legislação estadual de Minas Gerais conta com a Lei nº 20.922/2013 para dispor de uma política florestal e de proteção da biodiversidade presente nesta unidade federativa. Seu art. 32 conta com a definição de áreas verdes urbanas e os critérios para o estabelecimento das mesmas pelo poder público municipal (MINAS GERAIS, 2013).

Em relação à legislação municipal, Itajubá apresenta no seu Plano Diretor de Desenvolvimento, na Lei Complementar nº 08/2003, a garantia de condições favoráveis para o plantio de indivíduos arbóreos no sistema viário (art. 76º, IX), a arborização e o paisagismo como ferramentas de recuperação ambiental dos espaços públicos (art. 81º, VIII), a garantia que o Poder Público Municipal promoverá tanto a promoção da arborização das vias da área urbana e a reposição de indivíduos deteriorados e de espécies ameaçadas de extinção (art. 101º, XIV), como, também, a implantação e mantimento de hortos florestais produtores de espécimes a serem utilizadas na arborização urbana (art. 101º, XIII), a priorização da arborização urbana e do paisagismo nos espaços públicos pelo Programa Municipal de Meio Ambiente (art. 109, IV) (PMI, 2003).

O atual Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá, instituído pela Lei nº 3.352/2019, garante que as calçadas tenham condições para implantar a arborização (art. 107º) e a elaboração de um Plano Municipal de Arborização e a implementação de projetos que objetivem a arborização e o paisagismo do meio urbano (art. 157º, VII) (PMI, 2019a).

O parcelamento do uso e ocupação do solo municipal, disposto pela Lei nº 3.353/2019, estabelece a obrigatoriedade do responsável pela implantação de empreendimentos de conjuntos residenciais em implantar a arborização na sua área interna (art. 63º, III). Os interessados em criar loteamentos para fins urbanos deverão encaminhar o projeto do empreendimento contendo um planejamento da arborização, indicando, inclusive, as espécies a serem utilizadas (art. 84º, VII) (PMI, 2019b). Além disso, os interessados supracitados também são responsáveis pelas obras de urbanização definidas no projeto, levando em consideração, inclusive, “a implantação de obras complementares relativas à arborização dos logradouros públicos” (art. 85º, IV, b) (PMI, 2019b).

Por fim, existe um regramento específico – Lei nº 2.849/2011 – para a obrigatoriedade na implantação de arborização em condomínios residenciais, comerciais e similares do município de Itajubá/MG, devendo ser apresentado um projeto de arborização para os logradouros internos, externos e espaços livres para a Prefeitura Municipal (art 1º, art 2º) (PMI, 2011).

## **1.8 Vegetação Urbana e Saúde Coletiva**

A maioria das atividades antrópicas presentes no processo de urbanização podem provocar mudanças e prejuízos ambientais irreversíveis, sendo capaz de provocar alterações nas características do meio ambiente, tornando-o mais complexo do que aquele localizado em áreas rurais (MOTA, 2011). A implementação de um urbanismo mais sustentável acaba por se tornar cada vez mais necessário, já que é necessário promover a construção de um ambiente com qualidade de vida maior, de modo a garantir o acesso dos habitantes de uma cidade à natureza e aos sistemas naturais (FARR, 2013).

O zoneamento adequado do solo urbano e a elaboração de políticas públicas são essenciais para a construção de cidades saudáveis (WHO, 2010), estando diretamente relacionado com a saúde coletiva, já que tal planejamento interfere diretamente no bem-estar social, inclusive, daqueles mais vulneráveis (KOCHTITZKY *et al.*, 2006) e suscetíveis a possíveis transtornos e agravos decorrentes da falta do mesmo.

Ainda assim, é importante destacar que ocupação de forma irregular de áreas verdes localizadas em encostas pela população mais vulnerável (MARICATO, 2003) pode causar severos danos à saúde coletiva, uma vez que, de acordo com Schlee (2013), estes ambientes acabam por se tornarem mais propensos à ocorrência de deslizamentos de massa, podendo causar até a morte da população.

Assim sendo, pode-se dizer que implementação e conservação de áreas verdes urbanas pode ser usada como uma política de promoção da saúde, uma vez que, conforme Bargas e Matias (2011), elas são capazes de diminuir os efeitos negativos da urbanização e proporcionar funções ecológicas, sociais, estéticas e educativas às cidades, garantindo, além da qualidade de vida à população, qualidade ambiental. Conforme Amato-Lourenço *et al.* (2016) listaram, as áreas verdes urbanas também possuem efeitos benéficos para o meio ambiente e para a saúde pública, podendo contribuir com a melhoria das condições físicas e mentais da população.

Além disso, existem estudos que demonstram o aumento das atividades físicas dos frequentadores das áreas verdes urbanas, sendo capaz de proporcionar a melhoria da saúde física e mental desses indivíduos (DADVAND *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2017; GOZALO *et al.*, 2018). Os sons da natureza presentes nesses locais também são grandes atrativos, uma vez que são capazes de reduzir o estresse e suscitar sensações cativantes (SAKIEH *et al.*, 2017).

A redução da obesidade também é objeto de estudo correlacionado à existência de vegetação no meio urbano. O menor sedentarismo e a maior prática de exercícios físicos foram observados tanto em adultos (GHIMIRE *et al.*, 2017) quanto em crianças que moravam próximas a estes locais (DADVAND *et al.*, 2014).

Mulheres adultas que viviam próximas a áreas verdes tendem a ter uma menor taxa de mortalidade, conforme demonstrado em estudo realizado nos Estados Unidos (JAMES *et al.*, 2016). Já Takano, Nakamura e Watanabe (2002), estudaram o aumento da longevidade em idosos que também moravam próximos a espaços vegetados e perceberam a existência de uma sobrevivência independente de idade, sexo, estado civil e renda.

A intensa urbanização e a diminuição da cobertura vegetal presente no meio urbano também favorecem o surgimento de agravos ocasionados por meio de vetores transmissores. A redução da vegetação urbana pode contribuir com o aumento de vetores transmissores de doenças infecciosas, já que a supressão vegetal interfere na composição deste tipo de fauna (AMATO-LOURENÇO *et al.*, 2016). Surtos de dengue e febre amarela são recorrentes no Brasil. Mendonça, Souza e Dutra (2009) buscaram, por meio de uma análise da complexa situação da dengue no país, mostrar que as cidades precisam ser planejadas de acordo com aspectos socioambientais, vislumbrando o suporte necessário na saúde coletiva da população.

Conforme Afrane *et al.* (2008) discutiram, o desmatamento criou condições climáticas no ambiente para que os mosquitos transmissores da malária fossem contaminados pelos seus parasitas. Os desgastes ambientais presentes no meio urbano em conjunto com o desmatamento criam circunstâncias favoráveis para o aumento significativo de tais vetores (PATZ *et al.*, 2000), interferindo diretamente na saúde coletiva.

Nesse sentido, as áreas verdes devem ser planejadas de modo a otimizar suas demais funcionalidades e assegurar a melhoria da qualidade de vida e do bem-estar social (SZEREMETA; ZANNIN, 2013). A ocupação ordenada e o zoneamento adequado do solo urbano fortalecem a percepção da população em relação aos mais diversos benefícios provenientes da vegetação.

## **1.9 Vegetação Urbana e Meio Ambiente**

A existência de agravos à saúde provenientes das condições climáticas é uma preocupação mundial, sendo ocasionados, principalmente, devido a “alteração da temperatura e da precipitação e ocorrência de ondas calor, inundações, secas e incêndios” (SMITH *et al.*, 2014). Sabe-se que tais agravos afetam a produtividade no trabalho, propaga doenças infecciosas e afetam diretamente a economia por interferir na produção de alimentos (WATTS *et al.*, 2017).

Assim sendo, o aumento da temperatura pode ocasionar desde o aumento na ocorrência de óbitos (PAIXÃO; NOGUEIRA, 2003) até o aumento das doenças de veiculação hídrica



(BARCELLOS *et al.*, 2009). Além disso, as ondas de calor vêm sendo um fenômeno recorrente que está fazendo vítimas ao longo dos últimos anos, afetando, principalmente, idosos, doentes crônicos e indivíduos socialmente isolados (MARTO, 2005).

O conforto térmico é propiciado pela vegetação urbana, segundo vários estudos realizados na área. O controle do aumento da temperatura vindo das ilhas de calor foi constatado por Siqueira-Gay, Dibo e Giannotti (2017). A evapotranspiração dos indivíduos arbóreos, foi capaz de atuar no aumento da umidade e na conseqüente diminuição da temperatura, conforme descrito por Dobbert e Zanlorenzi (2015). Lucon e Longo (2018) concluíram que a maior cobertura vegetal presente em um fragmento florestal causou a atenuação da temperatura da superfície do solo. Por último, Shams, Giacomeli e Sucomine (2009) pontuaram as a diminuição da velocidade dos ventos por tais indivíduos.

A intensa queima de combustíveis fósseis nos centros urbanos contribuiu significativamente para o aumento da poluição atmosférica e, conseqüentemente, proporcionaram a evolução da ocorrência de agravos respiratórios na população, causando o aumento da mortalidade, da ocorrência de câncer de pulmão, dos sintomas e das crises de asma, de infecções respiratórias baixas, de hospitalizações, do uso de medicamentos, da prevalência de chiado, da incidência de tosse, das infecções das vias aéreas superiores e da irritação nos olhos, narinas e garganta (CANÇADO *et al.*, 2006). À vista disso, a existência de florestas e áreas verdes nos Estados Unidos foram capazes de remover até 17,4 milhões de toneladas de poluição do ar em 2010 (NOWAK *et al.*, 2014).

Além de causarem conforto térmico e funcionarem como filtro de poluentes, as áreas verdes urbanas também causam uma diminuição do escoamento das águas pluviais e a diminuição de possíveis inundações. As áreas permeáveis existentes nas calçadas favorecem a infiltração do solo, reduzindo o escoamento superficial (CADORIN; MELLO, 2011). Ademais, dependendo da espécie utilizada, a vegetação pode diminuir o pico de vazão das águas das chuvas e o volume de escoamento (ALVES; FORMIGA, 2019).

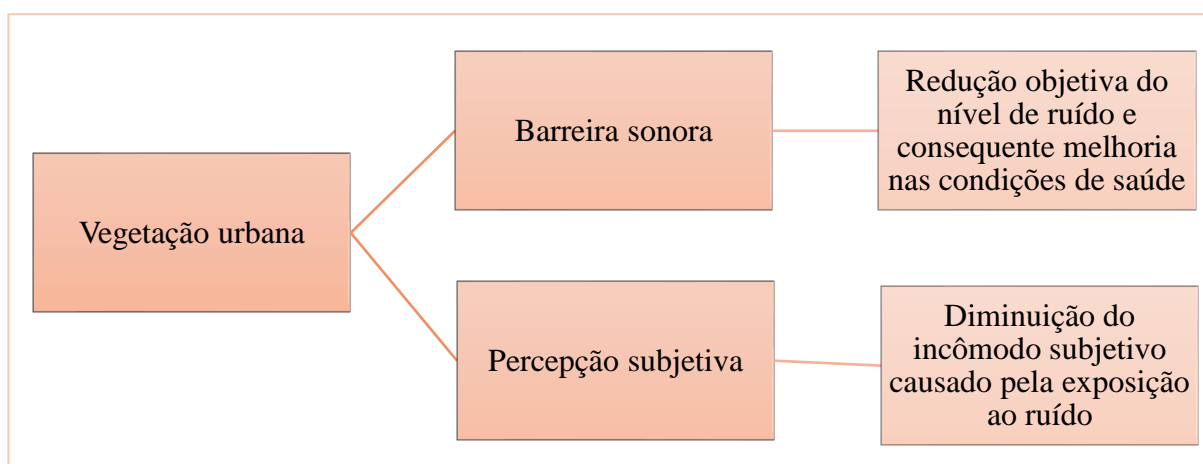
## **1.10 Vegetação Urbana como Barreira Acústica**

A poluição sonora afeta diretamente a saúde física e mental da população. Sabe-se que a exposição constante ao ruído, além de trazer distúrbios voltados para o aborrecimento, o incômodo e a diminuição do empenho pessoal (BLUHM; NORDLING; BERGLIND, 2004), pode ocasionar doenças como deficiência auditiva, hipertensão e doenças isquêmicas do

coração, distúrbios no sono e diminuição do desempenho escolar de crianças (PASSCHIER-VERMEER; PASSCHIER, 2000).

Nota-se que um dos principais problemas encontrados nos centros urbanos é a exposição constante ao ruído. A instalação de áreas verdes seria uma importante ferramenta, já que elas podem funcionar como barreira contra a propagação dos ruídos (MATOS; QUEIROZ, 2009; BISTAFA, 2006).

As áreas verdes urbanas são tidas como tendo efeitos diretos ou indiretos sobre o ruído, sendo os efeitos diretos relacionados com o seu funcionamento como barreira sonora e os indiretos em relação à percepção individual e subjetiva em relação a diminuição do incômodo causado pelo ruído devido à presença de vegetação urbana (KOPROWSKA *et al.*, 2018) (Figura 5).



**Figura 5** – Efeitos diretos e indiretos da vegetação urbana (Fonte: adaptado de KOPROWSKA *et al.*, 2018).

Em estudo realizado em diversas áreas verdes de Cáceres, na Espanha, Gozalo *et al.* (2018), apesar de encontrarem um baixo nível de incômodo em relação ao ruído presente nestas áreas, pontuaram que os frequentadores tendem a diminuir a realização de atividades físicas em áreas verdes localizadas próximas a fontes ruidosas. Zannin e Szeremeta (2003) também verificaram que a poluição sonora pode ser um “fator de perturbação” entre frequentadores praticantes de atividades físicas do parque Jardim Botânico de Curitiba/PR.

Além disso, Dzhambov e Dimitrova (2015) demonstraram a capacidade de tais áreas em funcionar como um “*buffer*” psicológico em locais com elevada poluição sonora por meio da redução do incômodo de pessoas que residiam próximo a estes locais. A presença de sons da natureza em áreas de vegetação urbana está diretamente relacionada com a existência de

sentimentos agradáveis, podendo, assim, reduzir o estresse diário de frequentadores destes locais (SAKIEH *et al.*, 2017).

Em estudo realizado em São Carlos/SP, os autores encontraram uma correlação entre a presença de vegetação urbana e a atenuação de ruído urbano, estimando, inclusive, a diminuição de 3 a 5 dB(A) o nível de ruído presente neste município devido a presença de indivíduos arbóreos nativos (LOPEZ; SOUZA, 2018).

A atenuação do ruído devido a presença de vegetação urbana também é perceptível em estudo realizado em áreas verdes com intenso fluxo de veículos do município de Curitiba/PR. Menores níveis de atenuação do ruído foram observados em localidades que possuíam menores quantidades deste atributo quando comparado aos locais onde a presença de indivíduos é mais frequente, evidenciando, assim, a importância do funcionamento das áreas verdes como barreira de proteção sonora em áreas de elevado tráfego rodoviário (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Pessoas que residem perto de áreas verdes, além de praticarem mais atividades físicas, tendem a estarem menos incomodadas com o ruído proveniente do tráfego rodoviário, podendo, inclusive, terem uma percepção de que o ruído não seja um fator estressante e problemático para sua vida rotineira (GIDLÖF-GUNNARSSON; ÖHRSTRÖM, 2007). Os autores supracitados pontuaram, ainda, que a existência de uma área verde pode atenuar os efeitos da exposição constante ao ruído na qualidade de vida da população.

Além disso, a simples visualização de vegetação existente nas vias por moradores de uma determinada área é capaz de amenizar o incômodo causado pela exposição ao ruído e, até mesmo, aumentar significativamente esta sensação de conforto (VAN RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2016). Em outro estudo realizado em Hong Kong, os autores também conseguiram demonstrar que a percepção da existência de uma vegetação pode reduzir o incômodo em residências causado pelo ruído, podendo reduzir essa irritação em diferentes graus (LI; CHAU; TANG, 2010).

O ruído do tráfego noturno interfere diretamente na qualidade do sono sob uma análise subjetiva de participantes considerados sensíveis ao ruído (MARKS; GRIEFAHN, 2007). O tráfego rodoviário também foi objeto de estudo de Ouis (1999), que concluiu que, para se ter uma noite tranquila de sono, sem dificuldades para dormir e permanecer sem frequentes despertares, é necessário estar em um ambiente agradável e silencioso. Levando em conta essa conjuntura, as áreas verdes urbanas tornam-se uma importante ferramenta para manter a qualidade do sono, uma vez que, conforme Astell-Burt, Feng e Kolt (2013) puderam destacar, houve uma prevalência constante de sono por até 8 horas em localidades com maior quantidade de espaços considerados verdes.

Assim sendo, as áreas verdes urbanas são capazes de funcionar como barreiras acústicas, uma vez que, o som se propaga até atingir um ‘obstáculo’ capaz de transmitir, refletir e absorver esta onda (BISTAFA, 2006). No entanto, existem características da vegetação que interferem diretamente na atenuação do ruído, sendo elas:

- Altura: Porto, Jesus e Pereira Júnior (2018) pontuaram que, quanto maior o porte dos indivíduos arbóreos, maior sua eficiência em atenuar o ruído;
- Espécie: tipos de espécies podem interferir diretamente na redução do ruído. Porto, Jesus e Pereira Júnior (2018) destacaram o oiti (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch) e o cacau-selvagem (*Pachira aquatica* Aubl.) como espécies eficientes no Brasil;
- Tronco: Ow e Ghosh (2017) destacaram que, quanto maior a espessura do tronco, melhor a eficiência das barreiras vegetativas. Já as “cascas” dos troncos foram objetos de estudo de LI *et al.* (2020), que encontraram uma relação entre a rugosidade destes materiais e a interferência na intensidade da vegetação como barreira sonora.

Portanto, é relevante salientar que o planejamento urbano deve ser feito em conjunto, levando em consideração a existência de tais espaços nas cidades, as características das vias e edifícios e os tipos de construção para que o nível de ruído possa, enfim, diminuir (MARGARITIS; KANG, 2016; SAKIEH *et al.*, 2017). Ainda conforme os autores supracitados, as áreas verdes, quando estão mais dispersas e associadas com atributos adequados das vias e das construções urbanas, contribuem consideravelmente pela diminuição do ruído. Nesse sentido, a vegetação urbana deve ser concebida de acordo com o zoneamento e planejamento urbano, já que sua implantação pode ser realizada visando à promoção da saúde coletiva, contribuindo na prevenção de agravos relacionados à exposição constante ao ruído do tráfego rodoviário.

## **1.11 Vegetação Urbana e Promoção de Saúde**

Devido às condições atuais de vida nas cidades, torna-se necessário a busca por alternativas que promovam uma melhoria da saúde e proporcionem o desenvolvimento sustentável, já que a formulação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável é estabelecida na Política Nacional de Promoção da Saúde (BRASIL, 2010).

A saúde é um direito assegurado na Constituição Federal a todo cidadão brasileiro, sendo papel do Estado garantir, mediante políticas sociais e econômicas, “a redução do risco de

doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (art. 196) (BRASIL, 1988).

Nesse contexto, diante tantos benefícios supracitados, a vegetação urbana é capaz tanto de assegurar a saúde da coletividade, como, também, promover o desenvolvimento sustentável das cidades. Desse modo, o poder público municipal deveria tratar a vegetação urbana como uma política de promoção de saúde, geradora de qualidade de vida e bem-estar social. No entanto, Brun *et al.* (2008) pontuaram que muitos gestores não tratam essa temática como prioridade, não havendo uma legislação específica que incentive a implantação e conservação destes espaços.

A adoção de políticas públicas voltadas inteiramente para a gestão da vegetação urbana favorece a construção de cidades mais saudáveis e menos poluídas (ALBUQUERQUE; ZANNELLA; DANTAS, 2018). O Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU) vem como uma importante ferramenta de gestão da arborização do meio urbano (SANCHES; COSTA; SILVA FILHO, 2008), contudo, são poucos os municípios brasileiros que possuem planos deste tipo (OSAKO; TAKENAKA; SILVA, 2016).

Ainda assim, a participação social e a educação ambiental passam a ser importantes aliados na exigência da construção e conservação de áreas verdes urbanas. Apesar do tema ‘árvore’ não ser tão fácil de ser trabalhado pelos seus aspectos culturais e emocionais (MONICO, 2001), a educação ambiental propicia a criação de vínculos de identidade entre a comunidade e o uso de espécies nativas (EMER *et al.*, 2011).

Logo, é possível notar a vegetação urbana como sendo um fator de promoção de saúde, já que ela traz diversas melhorias ambientais e de qualidade de vida para a população residente nas cidades. Seu devido planejamento e a elaboração de políticas públicas na área contribuem pela construção de um ambiente mais igualitário e saudável.

## **1.12 Vegetação Urbana e Vulnerabilidade Socioambiental**

A desigualdade e a segregação que ocorre nas cidades brasileiras é fruto do planejamento presente nas mesmas, que privilegia a expansão do capital em detrimento da força de trabalho de classes que ocupam a base da pirâmide social (MARICATO, 2015). A vulnerabilidade social presente no meio urbano está diretamente atrelada à injustiça ambiental e aos riscos ambientais que estas populações estão expostas (CARTIER *et al.*, 2009).

A falta de infraestrutura e de planejamento das cidades brasileiras favorece a deficiência da saúde da comunidade. Conforme exposto pela Organização Mundial da Saúde (OMS), é

fundamental tanto o zoneamento adequado do solo urbano, como, também, a elaboração de políticas públicas para a construção de cidades mais saudáveis (WHO, 2010). Este planejamento interfere de modo expressivo na saúde coletiva, uma vez que ele está diretamente relacionado ao bem-estar social, incluindo o da população mais vulnerável (KOCHTITZY *et al.*, 2006).

Nesse contexto, áreas vulneráveis tendem a estar mais localizadas em locais com maiores riscos ambientais, incluindo a exposição maior ao ruído (KOHLHUBER *et al.*, 2006). A exposição prolongada a níveis elevados de ruído pode ocasionar agravos como deficiência auditiva, hipertensão e doenças isquêmicas do coração, distúrbios no sono e diminuição do desempenho escolar de crianças (PASSCHIER-VERMEER; PASSCHIER, 2000). A vegetação urbana pode funcionar como barreira sonora, auxiliando na atenuação do ruído em relação à percepção individual e subjetiva da população (KOPROWSKA *et al.*, 2018).

Percebe-se, no entanto, que o acesso à vegetação urbana e à saúde não é igualitário para toda a população. Em Belém do Pará foi observada uma distinção entre a arborização das áreas elitizadas com a periferia do município (LIMA *et al.*, 2020). Os autores mencionados encontraram arborização vistosa e planejada em áreas com maior poder aquisitivo e vegetação arbustiva, pontual e mal planejada em locais periféricos. Conforme apurado por Duarte *et al.* (2017) em estudo realizado por levantamento de dados das regiões brasileiras no IBGE, quanto menor a renda média e menor as condições de moradia, menor é o acesso da população à arborização. Tal estudo ainda demonstrou que os locais “com menor incidência de extrema pobreza possuem maiores percentuais de arborização no entorno do domicílio”. Isto demonstra a arborização como um fator de segregação social e de injustiça ambiental.

Além disso, pobreza e equidade estão diretamente relacionado ao direito de acesso à saúde (BRAVEMAN; GRUSKIN, 2003). O acesso a um determinado recurso – no caso da presente pesquisa, aos benefícios dos espaços verdes sobre a saúde da população – está associado à desigualdade na saúde física e mental, sendo que a redução de inequidades na saúde está interligada a diversos fatores, inclusive, com uma “distribuição de poder mais igualitária” (DOVER; BELON, 2019).

O presente trabalho é necessário para determinar dados sociodemográficos que possam estar associados com a exposição da população ao ruído e a interferência da vegetação urbana sobre este risco ambiental, uma vez que existem estudos que correlacionam variáveis sociodemográficas com o elevado nível de incômodo (NUNES; RIBEIRO, 2008; DRATVA *et al.*, 2010; CASEY *et al.*, 2017; TONG; KANG, 2020; TONNE *et al.*, 2018) e a má qualidade

do sono (BERG; VERHAGEN; UITENBROEK, 2014; WEYDE *et al.*, 2017; ARRONA-PALACIOS; GRADISAR, 2020; ARAÚJO; CEOLIM, 2010; WATANABE *et al.*, 2020).

### **1.13 Justificativa**

A crise urbana contemporânea acaba por trazer riscos ambientais para a população, uma vez que o consumo predatório dos recursos naturais, a falta de moradia digna e saneamento básico e a consequente ocupação desregulada do solo urbano acabam causando severos transtornos para a comunidade. Conforme Bauman (2009), a ocupação desordenada pode causar grandes danos para a comunidade, tendo potencial, inclusive, para proporcionar o surgimento de problemas globais incapazes de serem resolvidos, como, por exemplo, a poluição do ar e da água e a precarização da saúde.

Um fator que afeta diretamente tanto o meio ambiente quanto a saúde coletiva é o excesso de veículos automotores presentes nos centros urbanos. Além de emitir gases que contribuem com o efeito estufa, estes são fontes de emissão de ruído, sendo capazes de interferir diretamente na saúde e na qualidade de vida da comunidade.

A exposição constante ao ruído contribui para o surgimento de agravos na saúde da população, causando incômodo, estresse, perda auditiva, insônia, hipertensão e diminuição do desempenho cognitivo em crianças. Dessa forma, torna-se necessário a busca por alternativas que contribuam positivamente com a vida nas cidades e causem a diminuição da poluição sonora.

Uma das possíveis alternativas a serem utilizadas para a atenuação deste elemento é a implementação de indivíduos arbóreos nos perímetros urbanos como forma de tornar as cidades mais saudáveis e sustentáveis, sendo capazes de melhorar as condições climáticas, o bem-estar social e prevenir o surgimento de agravos decorrentes das mais diversas fontes de poluição.

Itajubá, uma cidade localizada na mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais, foi o objeto de estudo desta dissertação. Sua escolha, inicialmente, deveu-se ao fato da posição estratégica do município, que é um dos polos da região, sendo destaque por suas condições de estudo, trabalho e lazer. Com quase 100 mil habitantes (IBGE, 2019), Itajubá pode ser considerada uma cidade média brasileira. Sendo assim, é um importante objeto de estudo, já que, existe uma deficiência de estudos relacionados a estas cidades.

Em Itajubá, 50,1% das vias públicas são arborizadas, com uma frota de veículos automotivos de 48 mil exemplares (IBGE, 2019). Tais números de uma arborização mediana e de uma elevada concentração de veículos automotores demonstram tanto a necessidade de

realização de pesquisas na área, como, também, a sugestão para implementação de políticas públicas que possam contribuir com a melhoria da qualidade de vida da população e do zoneamento do município, uma vez que, conforme Costa, Silva e Cohen (2013), o uso de automóveis e de veículos automotores compromete a saúde coletiva não apenas pelos gases emitidos, mas, também, pela exposição à vibração e ao ruído.

A visualização da vegetação urbana como política de promoção de saúde e de ordenamento por órgãos reguladores favoreceria a eficiência das funcionalidades destes indivíduos, bem como colaboraria pela existência destes espaços nas cidades, possibilitando um acesso igualitário da população aos diversos benefícios advindos da arborização urbana e a menor ocorrência de transtornos relacionados à falta de um planejamento advindos desse recurso. Por conseguinte, para realizar a análise proposta na presente pesquisa, alguns questionamentos foram levantados para buscar possíveis hipóteses (Quadro 1).

**Quadro 1** - Quadro de questões e hipóteses a serem analisadas no presente trabalho.

<b>QUESTÕES</b>	<b>HIPÓTESE</b>
Existe diferença entre os níveis de ruídos das áreas com e sem vegetação urbana?	Não existem discrepâncias significativas entre os níveis de ruído das áreas arborizadas e não-arborizadas.
Existem características de indivíduos arbóreos capazes de atenuar o ruído ambiental?	Algumas características dos indivíduos arbóreos podem interferir diretamente na diminuição do nível sonoro encontrado na área.
Os perfis demográfico e socioeconômico da população residente próximo à rodovia analisada estão associados à vegetação, ao incômodo e à qualidade do sono?	Existe uma relação entre o perfil demográfico e socioeconômico da população com as variáveis de vegetação, incômodo e qualidade do sono estudadas.
A qualidade do sono dos residentes é afetada pelo ruído do tráfego rodoviário presente na área analisada?	A qualidade do sono da população do entorno é diretamente afetada pela proximidade de uma área com intenso tráfego rodoviário.
A vegetação urbana é eficiente na melhoria da qualidade do sono?	A vegetação contribui para a melhoria da qualidade do sono.
O tráfego rodoviário presente na área analisada causa incômodo?	Indivíduos que residem em vias com elevado fluxo de veículos estão muito incomodados com o ruído existente na área.
A vegetação urbana é eficiente na diminuição do incômodo causado pelo ruído proveniente do tráfego rodoviário?	A vegetação contribui para a redução do incômodo.

Fonte: Própria autora.



Os conceitos utilizados no presente trabalho estão relacionados com a vegetação urbana existente na área presente na forma de mata ciliar do rio Sapucaí, ao ruído representado pelo “som desagradável” proveniente da exposição constante ao ruído do tráfego rodoviário e o incômodo e a má qualidade do sono como os agravos principais a serem estudados. Como pode ter sido observado com a revisão bibliográfica realizada, a intensa urbanização causa desgastes ambientais, que interferem diretamente tanto na saúde coletiva quanto na infraestrutura urbana. A construção e manutenção de espaços com vegetação urbana devem ocorrer de modo a visualizar este atributo como um elemento sistêmico no tecido urbano, funcionando como potencializador de melhorias ambientais do microclima local e relacionadas à saúde coletiva e o bem-estar nas cidades.

Dessa forma, temática da presente pesquisa envolve um assunto de extrema relevância para a pauta social, já que a busca incessante por qualidade de vida, proteção ambiental, desenvolvimento sustentável e viver em cidades saudáveis são assuntos cada vez mais questionados e exigidos pela população. A análise realizada, portanto, é justificada devido a necessidade de atenuar os agravos gerados pela constante exposição ao ruído proveniente do intenso fluxo de tráfego rodoviário, buscando favorecer a promoção de saúde da comunidade por meio da criação, proteção e conservação da vegetação urbana.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Analisar a associação entre a presença de vegetação, a ocorrência de incômodos e a interferência na qualidade do sono decorrentes da exposição ao ruído em áreas do município de Itajubá/MG.

### **2.2 Objetivos Específicos**

#### **2.2.1 MANUSCRITO 1**

- Avaliar os níveis de ruído presentes na área urbana arborizada e na área não-arborizada;
- Identificar a eficiência do cinturão verde na atenuação do ruído proveniente do tráfego rodoviário presente na área analisada;
- Estimar os níveis de ruído na área analisada utilizando modelagem matemática e computacional.

#### **2.2.2 MANUSCRITO 2**

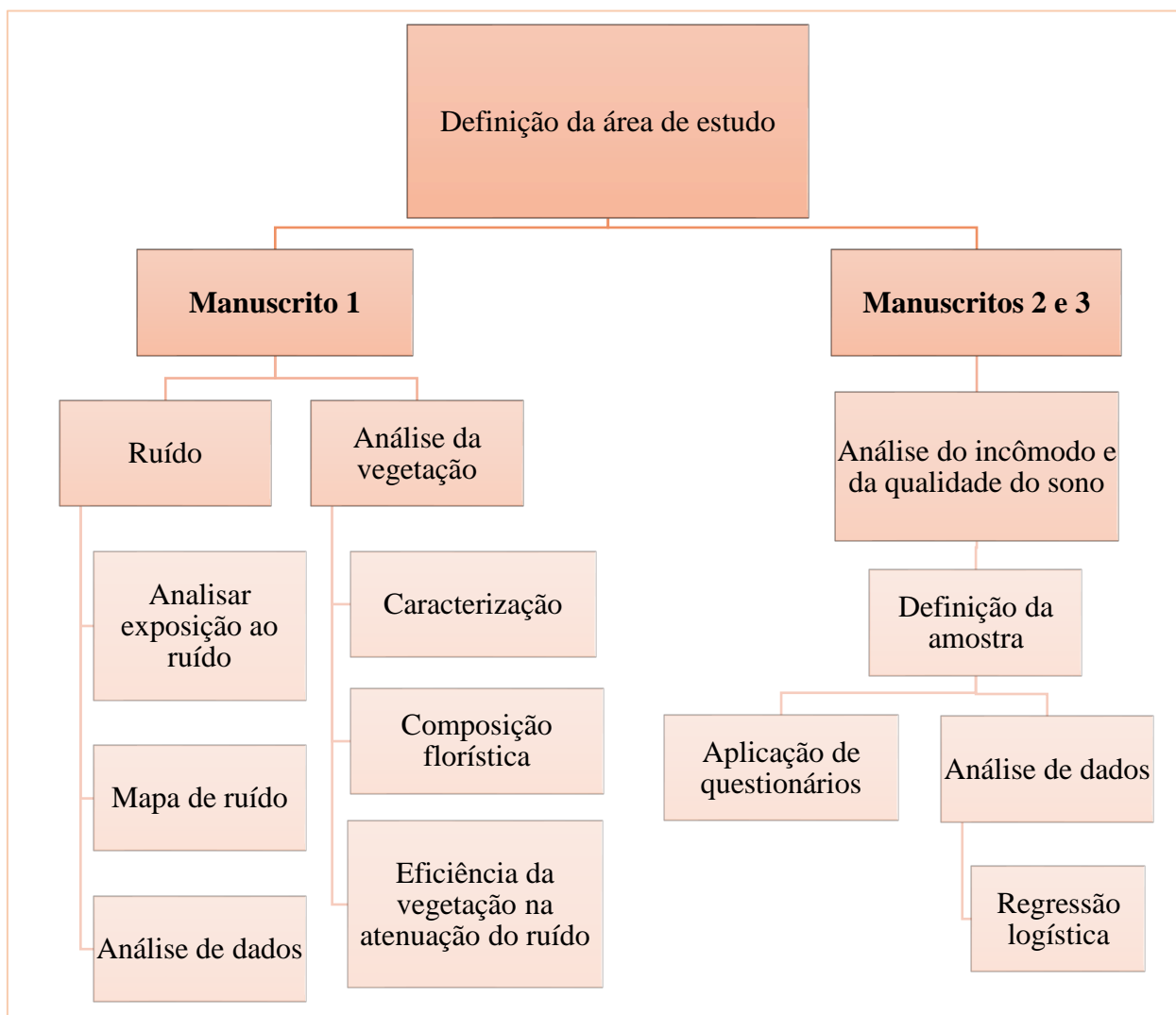
- Investigar a associação entre exposição ao ruído de tráfego rodoviário, incômodo e a influência da vegetação urbana.

#### **2.2.3 MANUSCRITO 3**

- Investigar a associação entre exposição ao ruído de tráfego rodoviário e qualidade do sono e a influência da vegetação urbana.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

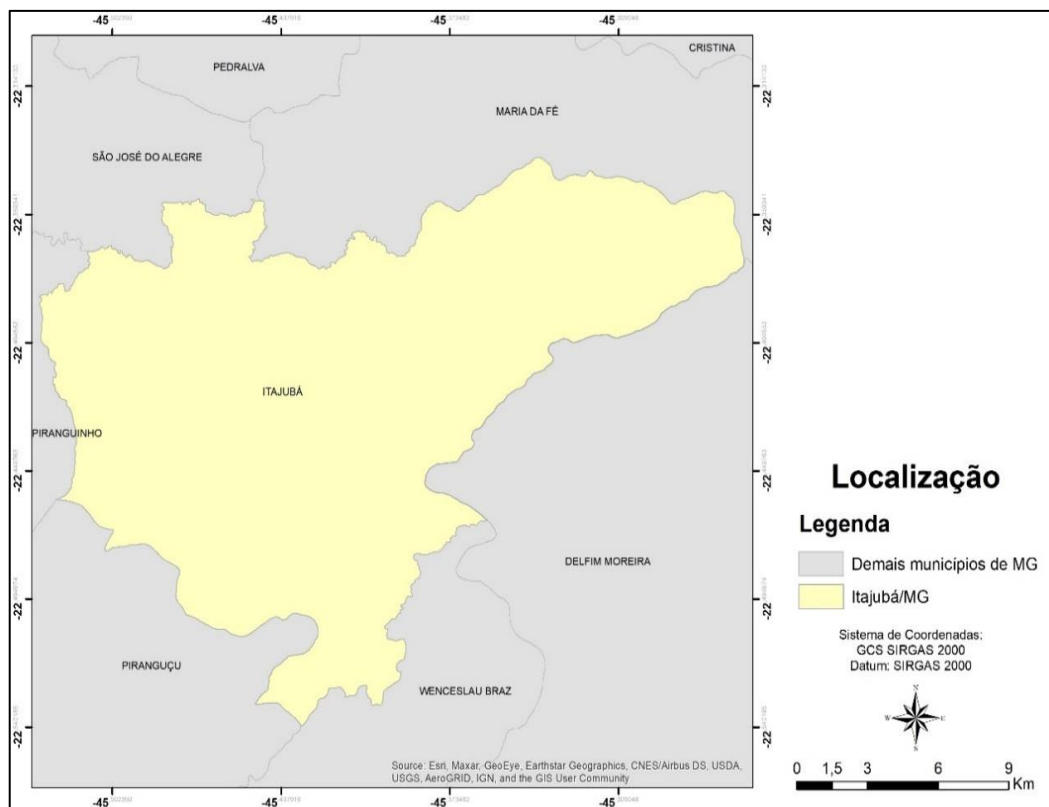
Para melhor entendimento do método de pesquisa utilizado, foi elaborado um desenho esquemático que tem como objetivo evidenciar em tópicos resumidos as principais atividades desenvolvidas durante o presente trabalho (Figura 6).



**Figura 6** – Fluxograma da metodologia utilizada no presente trabalho (Fonte: Própria autora).

#### 3.1 Caracterização da Área de Estudo

Em 2019, Itajubá possuía 294,835 km<sup>2</sup> de área de unidade territorial, uma população estimada de 96.869 habitantes, e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,787 em 2010 (IBGE, 2019), que é superior ao IDH brasileiro de 0,755 (PNUD, 2014) e ao mineiro de 0,731 (PNUD, 2010). É um município localizado na mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais, fazendo divisa apenas com municípios mineiros (IBGE, 2014) (Figura 7).



**Figura 7** – Localização do município de Itajubá/MG (Fonte: adaptado de IBGE, 2014).

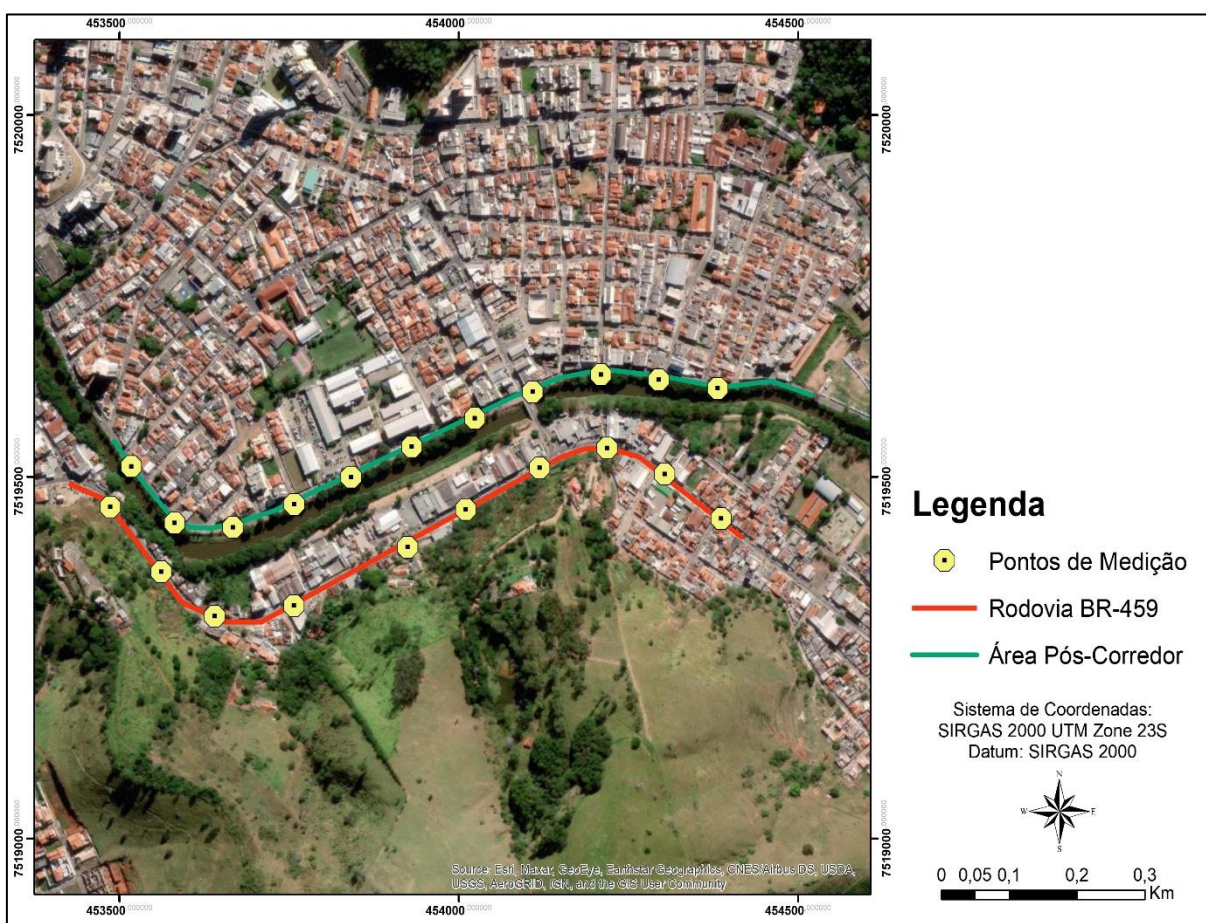
O bioma do município é a Mata Atlântica, que é considerado um *hotspot* mundial com alto grau de vulnerabilidade devido ao alto grau de endemismo e diversidade de suas espécies – abrigo de 1 a 8% da biodiversidade mundial (MMA, 2000). Estimava-se que 50,1% das vias públicas do município fossem arborizadas em 2010 (IBGE, 2019). Ainda assim, a vegetação presente nos bairros analisados é mais observada na forma de mata ciliar do rio Sapucaí, sendo observados poucos indivíduos arbóreos presentes tanto nas vias quanto em algumas praças locais.

As áreas estudadas localizadas na rodovia BR-459 apresentam grande movimento de tráfego rodoviário urbano uma vez que estão localizadas em áreas próximas à entrada e saída do município. Tal rodovia contribui pelo transporte entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. Além disso, os bairros estudados são predominantemente residenciais, tendo algumas poucas atividades comerciais ou industriais na sua extensão.

## 3.2 MANUSCRITO 1

### 3.2.1 Local de Estudo

Com o auxílio do *software* Google Earth Pro, foi possível buscar áreas estratégicas do município, que contêm tanto uma barreira sonora constituída por vegetação arbórea, como, também, um logradouro com intenso tráfego rodoviário e que fosse livre deste atributo. Neste contexto, optou-se por uma área localizada entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião (Figura 8), no município de Itajubá/MG, como pontos para medição no nível sonoro equivalente e caracterização dos veículos que trafegam na região. A área foi escolhida devido à existência de uma rodovia com fluxo importante de veículos e um corredor de vegetação localizado próximo a esta via, sendo considerada estratégica para o levantamento dos dados.



**Figura 8** – Rodovia BR-459 e logradouro utilizados nas medições de nível sonoro localizadas entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, no município de Itajubá/MG (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).

## 3.2.2 Ruído

### 3.2.2.1 Nível Sonoro Equivalente ( $L_{Aeq}$ )

Após escolher os locais a serem trabalhados, foram levantados os níveis de pressão sonora equivalente para as vias escolhidas, visando realizar a comparação de valores obtidos entre a área isolada por uma barreira sonora vegetal e uma outra sem a presença deste atributo. Para realizar tal medição foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Medidor de nível sonoro modelo DEC-490 fabricado pela INSTRUTHERM: tal equipamento atende às normas IEC 61672-1 classe 2 para estes instrumentos com resolução de 0,1 dB, precisão de  $\pm 1,4$  dB e erro de 2 dB(A);
- Tripé WT 3750: utilizado com a função de fixar o medidor de nível sonoro;
- Trena de 10 m: utilizada para posicionar o equipamento a cerca de 1,20 m do solo e pelo menos 2 m de qualquer superfície refletora, como muros e paredes, conforme é especificado pela norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.151/2019 com versão corrigida em 2020;
- Instrumento receptor portátil de *Global Positioning System* (GPS);
- Higrômetro e termômetro de bulbo ar.

As medições foram realizadas em janeiro de 2021 em dois períodos distintos, considerando a ABNT 10.151/2019 com versão corrigida em 2020: dia e tarde (7h às 19h) e noite (19h até às 23h). As medições realizadas durante a madrugada (23h até às 7h) foram impossibilitadas devido a insegurança presente na área. Tais medições foram feitas ao longo de duas semanas, de domingo à segunda-feira, considerando pontos aleatórios de medição espaçados de modo uniforme entre um e outro, estando distante cerca de 100 metros um do outro. Ainda assim, é relevante mencionar que pontos localizados próximos a outras fontes ruidosas, que não o tráfego rodoviário, foram desconsiderados. Cada medição de ruído teve a duração de 15 minutos e os dados de localização, umidade relativa e temperatura do ar foram registrados.

Para determinar o nível sonoro equivalente das áreas analisadas foi utilizada como base a equação presente na norma ABNT 10.151/2019 com versão corrigida em 2020 (ABNT, 2020a). Sendo assim, utilizou-se a Equação (1) a seguir:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T_n} \sum_{t=1}^t 10^{L_i/10} \cdot t_i \quad (1)$$

em que:  $L_{Aeq}$  representa o nível sonoro equivalente [dB(A)];  $T_n$  o número total de leituras realizadas;  $L_i$  o nível de ruído medido [dB(A)] e  $t_i$  o tempo das medições realizadas (s).

Além dos níveis sonoros equivalentes, também foram determinados outros parâmetros estatísticos,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  e  $L_{90}$ , que representam o nível de pressão sonora excedido em porcentagem durante 10, 50 e 90% do tempo, respectivamente. Após determinar os níveis sonoros, foram calculados os valores das médias e os respectivos erros-padrão, considerando o erro do equipamento utilizado de 2 dB(A). Os erros-padrão foram calculados a partir da seguinte equação (BEHAR; PLENER, 1984):

$$ep = t \cdot \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

em que:  $ep$  representa o erro padrão [dB(A)];  $t$  o valor da distribuição t com  $(n - 1)$  graus de liberdade e um nível de confiança  $(1 - \alpha)$ , sendo  $\alpha$  o nível de erro;  $n$  o número de amostras e  $\sigma$  o desvio padrão da distribuição amostral [dB(A)].

### 3.2.2.2 Caracterização dos Tipos de Veículos

A caracterização dos tipos de veículo foi feita de forma qualitativa e quantitativa de modo a levantar as fontes sonoras e a quantidade de cada uma delas em períodos específicos dos dias (Quadro 2). Tal levantamento contribuiu para gerar dados estatísticos a serem trabalhados para a elaboração de mapas de ruído. Esse levantamento foi feito por meio do preenchimento de uma planilha previamente elaborada, em que foi possível realizar a contabilidade das fontes sonoras individualmente durante cada medição de nível sonoro realizada por meio do preenchimento de campos presentes nesse quadro (Quadro 2).

**Quadro 2** - Aspectos de caracterização dos ruídos levantados em campo.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		FONTES SONORAS	TOTAL
Latitude (Y)	Longitude (X)	Motos/Motocicletas	
		Carros/Veículos leves	
		Caminhões/Veículos de carga considerados pesados	

Fonte: Própria autora.

### 3.2.3 Vegetação Urbana

### 3.2.3.1 Caracterização e Composição Florística

Para realizar o levantamento da caracterização e da composição florística dos indivíduos arbóreos presentes no local estudado, primeiramente, foi necessário realizar um levantamento das coordenadas geográficas dos indivíduos arbóreos presentes na área estudada com o auxílio de um equipamento *Global Positioning System* (GPS) (Quadro 3).

Posteriormente, foram realizadas visitas diárias no local de estudo no período de três semanas entre julho e agosto de 2020 e dezembro de 2020 e janeiro de 2021 de modo a levantar as características dos indivíduos arbóreos presentes na área (porte, circunferência do tronco e largura das folhas), como, também, sua composição florística (expressa em família, nome científico, nome vulgar e origem) (Quadro 3). Não houve supressão da vegetação entre os períodos que tal levantamento foi realizado.

**Quadro 3** – Aspectos da vegetação que foram coletados em campo.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		CARACTERIZAÇÃO	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA
Latitude (Y)	Longitude (X)	Porte (pequeno, médio e grande)	Família
		Circunferência do tronco na altura do peito (cm)	Nome científico
		Largura das folhas (cm)	Nome vulgar
		Largura das copas (pequeno, médio e grande)	Origem

Fonte: Própria autora.

Em relação à caracterização dos indivíduos arbóreos, as medições de porte e da copa foram feitas de modo visual e a largura da folha e circunferência do tronco foram medidas com o auxílio de uma fita métrica. Desse modo, foi determinado que os indivíduos de porte pequeno seriam aqueles com até 6 metros de altura, os de porte médio de 7 a 10 metros e os de porte grande aqueles com altura entre 10 e 15 metros (UNESP, 2017). Já para a largura da copa, foram consideradas pequenas aquelas com até 6 metros de largura, médias as de 7 a 10 metros e grande aqueles indivíduos com valores de 10 a 15 metros (PMC, 2016). Por fim, é necessário destacar que as medições da largura das folhas que compõem o indivíduo arbóreo foram realizadas na base mais larga desse constituinte e a circunferência do tronco foi feita a uma altura de 1,20 m do solo.

Aspectos como nome vulgar, científico e família foram levantados por meio de livros, *websites* de universidades e jardins botânicos, a ferramenta *online* disponibilizada pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, o *site* Flora do Brasil *Online* 2020 (FBO, 2020) e verificação dos



nomes aceitos e sinonímias no banco de dados *The Plant List* (TPL, 2013). Para aqueles indivíduos que não forem prontamente identificados, foram tirados retratos fotográficos para posterior identificação com auxílio de especialistas na área.

Já a origem das espécies encontradas foi subdividida em: cultivada, exótica, exótica invasora, nativa, naturalizada e desconhecida, sendo que espécies exóticas invasoras são aquelas que, além de se encontrarem fora do seu habitat natural, podem ameaçar outras espécies devido a sua rápida propagação (MMA, s/d).

Existiu, ainda, a impossibilidade de identificar algumas espécies. Isso ocorre, principalmente, devido ao fato de que não foi possível realizar a o registro fotográfico de tais indivíduos por ou estarem sem sua folhagem ou por terem um porte muito elevado e de difícil acesso para manter uma qualidade razoável das fotos.

### 3.2.4 Análise dos Dados

#### 3.2.4.1 Modelos de Cálculo de Nível Sonoro Equivalente

Foi realizada uma análise comparativa entre a estimativa obtida por meio da aplicação do algoritmo proposto pela *Federal Highway Administration* dos Estados Unidos (Equações 3 e 4) (FHWA, 1998; STEELE, 2001) e o valor real obtido por meio das medições realizadas nas áreas estudadas, a rodovia BR-459 e a via protegida pelo corredor de vegetação. A comparação deu-se levando em consideração o  $L_{Aeq(total)}$  obtido para ambas as áreas. Dessa forma, tem-se:

$$L_{Aeq(1h,i)} = L_{5s,z} + 10 \log\left(\frac{n}{vt}\right) + 10 \log\left(\frac{15}{d}\right)^{1+\alpha} + A_{combinada} - 13 \quad (3)$$

$$L_{Aeq(total)} = \sum_{i=1}^i 10 \log\left(10^{\left(\frac{L_{Aeq,i}}{10}\right)}\right) \quad (4)$$

em que:  $L_{Aeq(1h,i)}$ ,  $L_{5s,z}$  representam os níveis sonoros equivalentes no período de uma hora e 5 segundos por categoria de veículo [dB(A)];  $n$  o número de veículos que transitam por hora, para a categoria de veículo considerada;  $v$  a velocidade do veículo (50 km/h);  $t$  o tempo de análise (1 h);  $d$  a distância entre o ponto de análise e o centro da via (5 m);  $A_{combinada}$  a

atenuação combinada (dB);  $\alpha$  o coeficiente que considera o tipo de solo, no caso,  $\alpha$  corresponde a zero e  $L_{Aeq(total)}$  o nível sonoro equivalente total [dB(A)].

O fluxo horário de veículos nas áreas analisadas foi contabilizado em cada medição de 15 minutos, sendo necessária realizar uma estimativa destes valores para o período de uma hora (Tabela 2).

**Tabela 2** – Estimativa do fluxo horário de veículos que trafegam pela BR-459 e pela via protegida pelo corredor de vegetação.

TIPO DE VEÍCULO	VEÍCULOS/HORA BR-459	VEÍCULOS/HORA CORREDOR
Veículos utilitários (automóveis, vans, micro-ônibus, etc)	643	159
Motocicletas	220	43
Veículos pesados (ônibus, caminhões, máquinas etc)	107	10

Fonte: Própria autora.

### 3.2.4.2 Prevalência

A análise de prevalência foi feita com auxílio do software EPI Info ®, sendo determinada por meio da aplicação de 23 questionários na rodovia BR-459 e em residências localizadas em até 50 metros de distância do corredor de vegetação. Tais questionários são subconjuntos dos Manuscritos 2 e 3. Foram aplicados 150 questionários nos bairros Avenida, Boa Vista, Porto Velho, São Sebastião, Varginha e Santa Rosa do município de Itajubá/MG a fim de determinar a relação entre incômodo e a interferência na qualidade do sono causados pela exposição ao ruído e a interferência da vegetação urbana sobre estes agravos.

Os questionários continham 21 questões, sendo oito de cunho sociodemográfico (IBGE, 2010), duas que verificavam a existência e o nível de incômodo e sua provável relação com a vegetação urbana existente na área (VAN RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2016; LI; CHAU; TANG, 2010), uma relacionada à percepção individual sobre a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído e dez questões padronizadas do *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ) (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011). A aplicação ocorreu durante os períodos matutinos e vespertinos do mês de outubro de 2020. As amostras foram escolhidas de acordo com residências localizadas na área analisada, sendo um respondente por residência. O indivíduo participante deveria ser maior de idade e que viver na residência há mais de um ano. Buscou-se ter um deslocamento de duas residências entre aquelas que foram selecionadas.

O MSQ foi utilizado para determinar o nível de qualidade do sono da população estudada. A codificação da qualidade do sono foi dada pela somatória dos escores das respostas obtidas (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011). Cada questão do MSQ compreende sete possibilidades de respostas, as quais variam de “nunca” até “sempre”. Dessa forma, os escores atribuídos variavam de um (“nunca”) a sete pontos (“sempre”), conforme a resposta dada pelos sujeitos da pesquisa. A má qualidade do sono foi caracterizada pela soma dos escores equivalentes ou superiores a 25 pontos, sendo que, quanto maior a pontuação, pior é a qualidade do sono do indivíduo.

A prevalência foi determinada com auxílio do *software* estatístico *EPI Info*® por meio da atribuição de valores (1) para os fatores considerados como sendo de risco e de (0) para a ausência de risco das variáveis trabalhadas (Quadro 4).

**Quadro 4** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde ao salário mínimo de 2020.

<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>VARIÁVEL ESTUDADA</b>	<b>CODIFICAÇÃO</b>
Variáveis de exposição	Viver próximo a áreas ruidosas	Sim (1); Não (0)
	Viver próximo a um corredor de vegetação	Sim (0); Não (1)
Variáveis dependentes	Interferência na qualidade do sono, conforme percepção individual	Sim (1); Não (0)
	Qualidade do sono, conforme MSQ	Somatório das variáveis $\geq 25$ (1); Somatório das variáveis $< 25$ (0)
	Uso de remédios e tranquilizantes para dormir	Nunca (0); Muito raramente (0); Raramente (0); Às vezes (0); Frequentemente (1); Muito frequentemente (1); Sempre (1)
	Existência de incômodo	Sim (1); Não (0)
	Intensidade do incômodo sentido	Muito incomodado (1); outras intensidades - nenhuma, leve, moderada e média - (0)
Variáveis sociodemográficas	Configuração residencial	Sozinho (a) (1); Com mais uma pessoa (1); Com mais duas pessoas (0); Com mais de duas pessoas (0)
	Escolaridade	Alfabetizado (1); Ensino Fundamental Incompleto (1); Ensino Fundamental Completo (1); Ensino Médio Incompleto (1); Ensino Médio Completo (0); Ensino Superior Incompleto (0); Ensino Superior Completo (0) Curso de Nível Técnico (0)

continua....

conclusão.

TIPO DE VARIÁVEL	VARIÁVEL ESTUDADA	CODIFICAÇÃO
Variáveis sociodemográficas	Companheiro (a)	Sim (1); Não (0)
	Raça	Branca (1); Parda (0); Preta (0)
	Idade	Variável contínua, não categorizada
	Renda familiar	Até 1 SM * (0); Entre 1 e 2 SM (0); Entre 2 e 3 SM (0); Entre 3 e 4 SM (1); Entre 4 e 5 SM (1); Mais que 5 SM (1)
	Sexo	Feminino (1); Masculino (0)
	Tempo de residência	Entre 1 e 2 anos (0); Mais que 2 anos (1)

Fonte: Própria autora.

### 3.2.4.3 Teste de correlação do ranqueamento de *Spearman*

Para investigar a correlação existente entre as características dos indivíduos arbóreos levantados com a possível atenuação do ruído, foi utilizado o teste de correlação do ranqueamento de *Spearman*. Este teste é feito de modo a estimar a existência de uma correlação entre duas variáveis aleatórias, que não necessariamente estão relacionadas de modo linear (CRAWSHAW; CHAMBERS, 2001), sendo calculado por meio da seguinte equação:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (5)$$

em que:

$\rho$ : correlação de *Spearman*;

$d$ : diferença entre os valores de ranqueamento das variáveis no nível  $i$  dispostas em ordem decrescente;

$n$ : número de dados utilizados.

Assim sendo, para a realização desta análise, foram utilizados os dados obtidos em cada ponto de medição da via protegida pelo corredor de vegetação dispostos de forma ranqueada e em ordem decrescente, sendo eles: porte, largura das folhas e das copas, circunferência do tronco e a pressão sonora. Por meio deste cálculo foi possível obter um valor positivo, representando a existência da correlação entre as variáveis estudadas; e um valor negativo, que representa a inexistência de correlação.

### 3.2.5 Softwares utilizados

Foi utilizado a versão demo do *software SoundPLANessential*® 5.0 para a elaboração do mapa acústico da área estudada, tendo ferramentas aptas para uma melhor visualização em relação ao nível de ruído existente. Além disso, para a análise de prevalência, foi utilizado o *software EPI Info* ® versão 7 TM (2014), tendo auxiliado nos testes estatísticos e na determinação de parâmetros estudados.

### **3.3 MANUSCRITO 2**

#### **3.3.1 Tipo de estudo**

Trata-se de um estudo de prevalência ou de desenho transversal, que analisa a vegetação urbana como mediadora na atenuação do incômodo devido à exposição ao ruído. Os estudos de prevalência são aqueles em que a população de indivíduos estudada é constituída por casos e não-casos de um dado agravo ou exposição, “constituindo-se em estudos transversais” (HOCHMAN *et al.*, 2005), que são aqueles “em que a causa e o efeito estão presentes no mesmo momento, que é o momento analisado” (CAMPANA, 1999).

#### **3.3.2 Aspectos éticos**

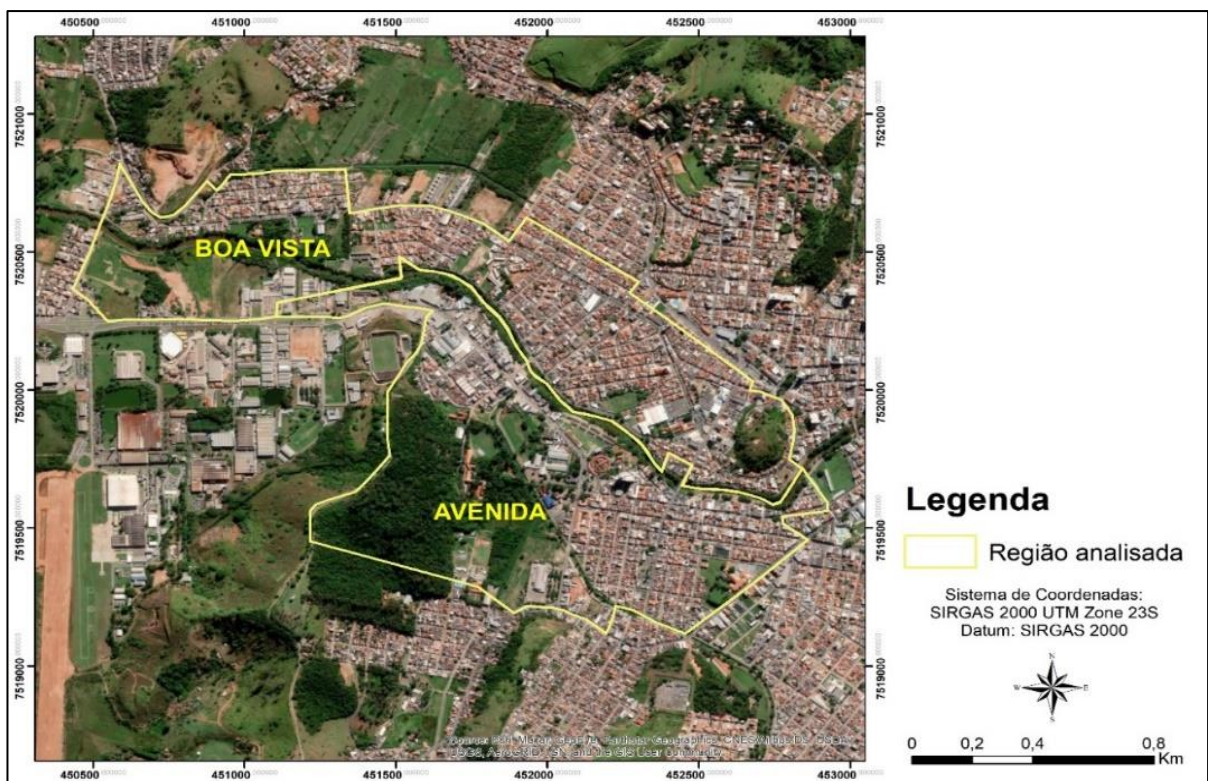
Para a aplicação de questionário utilizado no Manuscrito 2, houve a necessidade de cadastrá-lo na Plataforma Brasil para análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário de Itajubá (FEPI), responsável pela região. O estudo foi trabalhado nos preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os princípios éticos foram respeitados por meio da coleta de aceites por parte dos sujeitos da pesquisa, que precisaram concordar em participar do presente estudo conforme consta Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE III) e a apresentação da Carta de Apresentação do Estudo ao Residente (APÊNDICE II). O projeto de pesquisa foi aprovado com o número CAAE - 29616020.4.0000.5559 (APÊNDICE IV).

#### **3.3.3 Fonte de dados**

Os questionários aplicados foram constituídos por questões que levantassem as características sociodemográficas (IBGE, 2010) e as respectivas percepções sobre o incômodo devido à exposição ao ruído, a intensidade deste incômodo e a relação deste agravo com a vegetação urbana existente na área próxima às residências (VAN RENTERGHEM;

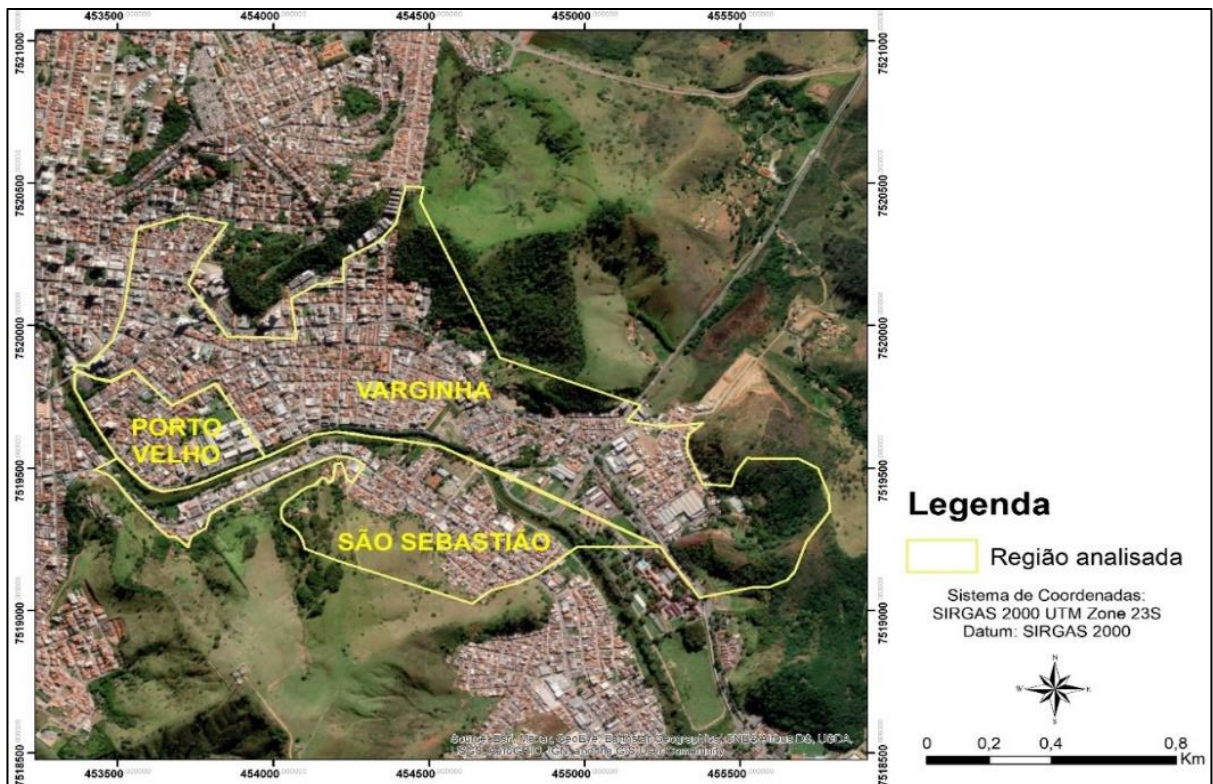
BOTTELDOOREN, 2016; LI; CHAU; TANG, 2010) e pelo *Miini Sleep Questionnaire* (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011).

O dimensionamento amostral foi feito de acordo com metodologia preestabelecida por Lwanga e Lemeshow (1991). Considerando um nível de confiança de 95%, uma prevalência esperada de 8,8% (RAGETTLI *et al.*, 2015) e uma precisão absoluta requerida de 5%, a amostra compreendeu 150 moradores, sendo um respondente por residência, que foram selecionados aleatoriamente nos bairros estudados, que foram: Avenida e Boa Vista (Figura 9), Porto Velho, Varginha e São Sebastião (Figura 10) e Santa Rosa (Figura 11). Os fatores de exclusão foram a menoridade e o tempo de residência inferior a um ano. As residências foram selecionadas de modo a não serem imediatamente vizinhas, buscando ter um deslocamento de duas residências. Ainda assim, foi necessário aplicar pré-teste do questionário com uma amostra de 15 participantes, buscando verificar a presença de redundâncias e avaliar a adequação das questões apresentadas. As áreas foram escolhidas devido a existência de uma rodovia com elevado fluxo de veículos e um corredor de vegetação localizado próximo a esta via, sendo consideradas estratégicas para a realização deste trabalho.

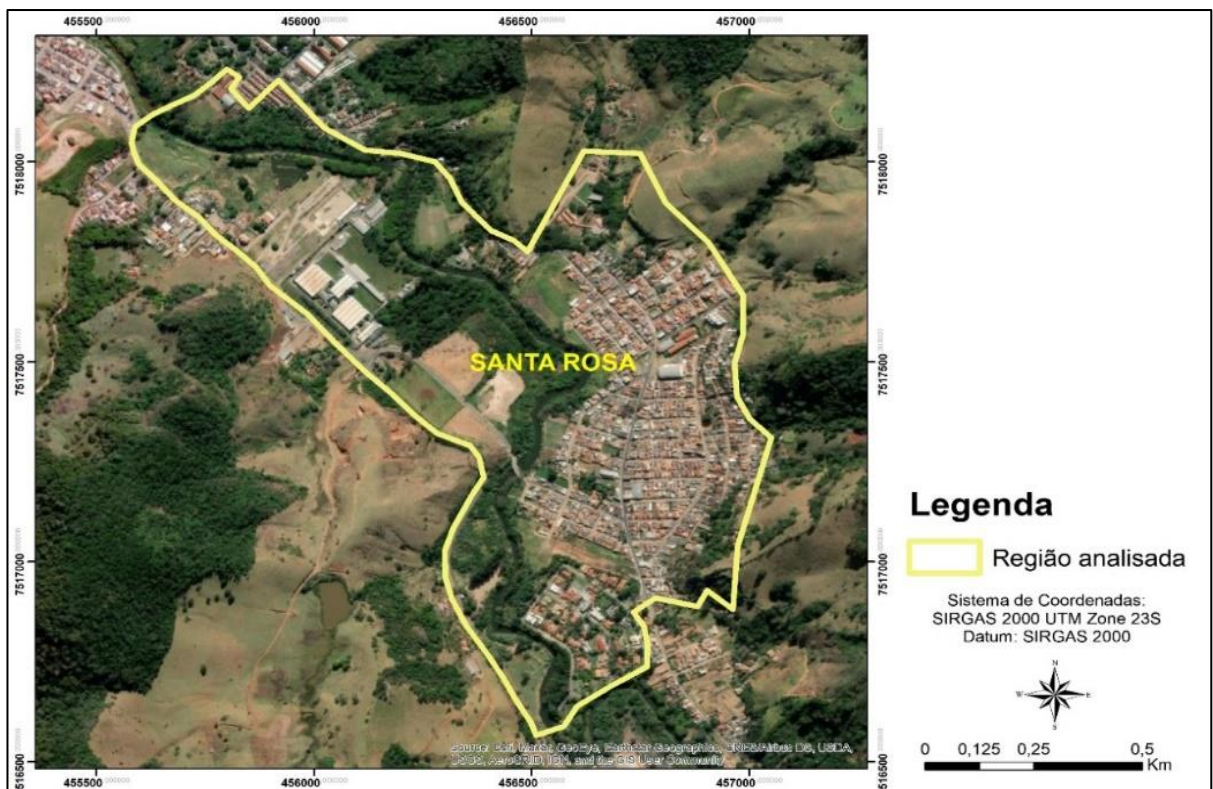


**Figura 9** – Bairros Boa Vista e Avenida, onde os questionários relacionados ao incômodo foram aplicados (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).





**Figura 10** – Bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, onde os questionários relacionados ao incômodo foram aplicados (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).



**Figura 11** – Bairro Santa Rosa, onde os questionários relacionados ao incômodo foram aplicados (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).

### 3.3.4 Softwares utilizados

Foi utilizado o *software* estatístico *EPI Info*® versão 7 TM (2014) para realizar análises de regressão logística univariada e múltipla, que possibilitaram o uso de todas as variáveis a serem levantadas no presente trabalho.

### 3.3.5 Análises estatísticas

Os dados coletados com os questionários aplicados foram analisados por meio de um método denominado regressão logística, que buscou verificar as variáveis independentes consideradas significativas em relação às variáveis dependentes estudadas, no caso, o nível de incômodo causado pela exposição ao ruído. Esta determinação de variáveis contribuiu para a caracterização de grupos de indivíduos que se encontram muito incomodados pela exposição ao ruído presente na área em relação aos que se sentem pouco incomodados.

As respostas dos questionários aplicados foram substituídas de forma binária, sendo considerados apenas os valores zero (0) ou um (1) (Quadro 5), de modo a haver apenas valores numéricos a serem trabalhados no *software* estatístico utilizado. As respostas que poderiam ser fatores de proteção contra o nível elevado de incômodo foram substituídas pelo valor zero. Já as respostas que poderiam representar fatores de risco, isto é, favorecer o elevado nível de incômodo, foram substituídas pelo valor um.

**Quadro 5** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.

TIPO DE VARIÁVEL	VARIÁVEL ESTUDADA	CODIFICAÇÃO
Variável dependente	Intensidade do incômodo sentido	Muito incomodado (1); outras intensidades - nenhuma, leve, moderada e média - (0)
Variáveis independentes	Vegetação urbana como atenuadora de incômodo	Sim (0); Não (1)
	Nível de atenuação do incômodo devido a presença de vegetação urbana	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)
	Companheiro (a)	Sim (0); Não (1)
	Raça	Branca (0); Parda (1); Preta (0)
	Configuração residencial	Sozinho (a) (0); Com mais uma pessoa (0); Com mais duas pessoas (1); Com mais de duas pessoas (1)
	Idade	Variável contínua, não categorizada

continua...



conclusão.

<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>VARIÁVEL ESTUDADA</b>	<b>CODIFICAÇÃO</b>
Variáveis independentes	Escolaridade	Alfabetizado (0); Ensino Fundamental Incompleto (0); Ensino Fundamental Completo (0); Ensino Médio Incompleto (0); Ensino Médio Completo (1); Ensino Superior Incompleto (1); Ensino Superior Completo (1) Curso de Nível Técnico (1)
	Residência próxima a área vegetada.	Sim (0); Não (1)
	Percepção de que a vegetação próxima atenua o incômodo	Sim (0); Não (1)
	Qualidade do sono, conforme percepção individual	Sim (1); Não (0)
	Qualidade do sono, conforme MSQ	Somatório das variáveis $\geq 25$ (1); Somatório das variáveis $< 25$ (0)
	Quantidade de vegetação presente na área	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)
	Uso de remédios e tranquilizantes para dormir	Nunca (0); Muito raramente (0); Raramente (0); Às vezes (0); Frequentemente (1); Muito frequentemente (1); Sempre (1)
	Renda familiar	Até 1 SM * (0); Entre 1 e 2 SM (0); Entre 2 e 3 SM (0); Entre 3 e 4 SM (1); Entre 4 e 5 SM (1); Mais que 5 SM (1)
	Sexo	Feminino (1); Masculino (0)
	Tempo de residência	Entre 1 e 2 anos (0); Mais que 2 anos (1)
	Viver próximo a áreas ruidosas	Sim (1); Não (0)
	Viver próximo a um corredor de vegetação	Sim (0); Não (1)

Fonte: Própria autora

Foram realizadas análises univariadas que contribuiriam para a construção do modelo múltiplo. Elas foram feitas com o intuito de verificar quais variáveis poderiam ser descartadas por não possuírem valores adequados de significância. Esse processo foi feito levando em consideração um critério utilizado para a entrada no processo de modelagem, ou seja,

considerando que o valor de p pelo teste da máxima verossimilhança seja  $< 0,25$  para que a qualidade do ajuste fosse garantida.

As variáveis que foram consideradas não-significantes, isto é, com valores de p superiores a 0,25, foram excluídas para não interferir no bom ajuste deste modelo. Após excluir tais variáveis, foi realizado o processo de regressão múltipla. O mesmo teste para verificação das variáveis foi efetuado, porém, considerando permanente apenas aquelas variáveis com valor de p sendo  $< 0,05$ .

A análise de regressão logística foi feita para garantir a realização de uma análise crítica dos resultados encontrados na aplicação de questionários, impedindo a existência de possíveis interferências que pudessem ser encontradas nos resultados, tendo como objetivo, segundo Berquó, Souza e Gotlieb (2006), “estabelecer uma relação funcional entre uma das variáveis e as restantes”. Tal análise foi utilizada devido ao foco dado na presente pesquisa, que consistiu em saber se o incômodo proveniente da exposição ao ruído do tráfego rodoviário está associado “à resposta, livre do efeito de outras variáveis ou se depende de outras covariáveis”, sendo possível descrever a resposta “ao máximo através da explicação de sua variabilidade” (LUIZ, 2006). Por meio desta análise foi possível obter a Razão de Chances (RC) ou *Odds Ratio* (OR), que possui o objetivo de “responder se a chance de desenvolver a doença no grupo de expostos é maior (ou menor) do que no grupo de não expostos” (KALE; COSTA; LUIZ, 2006). As variações de RC foram analisadas com intervalo de confiança de 95% (IC 95,0%) e levando em consideração os níveis de significância dos modelos.

Por fim, foi calculada a probabilidade de o indivíduo estar classificado como “muito incomodado (a)” (MAGNANI; TORRES; PEREIRA, 2006). Tal probabilidade de ocorrer a variável dependente (muito incomodado pelo ruído, isto é,  $\gamma = 1$ ) é dada pela Equação (6) representada a seguir:

$$Prob(\gamma = 1) = \frac{1}{1 - e^{-g(x)}} \quad (6)$$

sendo:

$$g(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i \quad (7)$$

em que:  $\beta_0$  representa o intercepto da equação;  $\beta_i$  o coeficiente estimado a partir do conjunto de dados pelo método da verossimilhança do modelo final e  $X_i$  o valor atribuído à variável independente. Esse coeficiente fornece uma estimativa do logaritmo natural da RC de muito elevado nível de incômodo, podendo ser ajustado para todas as outras variáveis que estão inclusas neste modelo.

## **3.4 MANUSCRITO 3**

### **3.4.1 Tipo de estudo**

Trata-se de um estudo de prevalência de desenho transversal, que analisa a interferência na qualidade do sono devido à exposição ao ruído. Os estudos de prevalência são aqueles em que a população de indivíduos estudada é constituída por casos e não-casos de um dado agravo ou exposição, “constituindo-se em estudos transversais” (HOCHMAN *et al.*, 2005), que são aqueles “em que a causa e o efeito estão presentes no mesmo momento, que é o momento analisado” (CAMPANA, 1999).

### **3.4.2 Aspectos éticos**

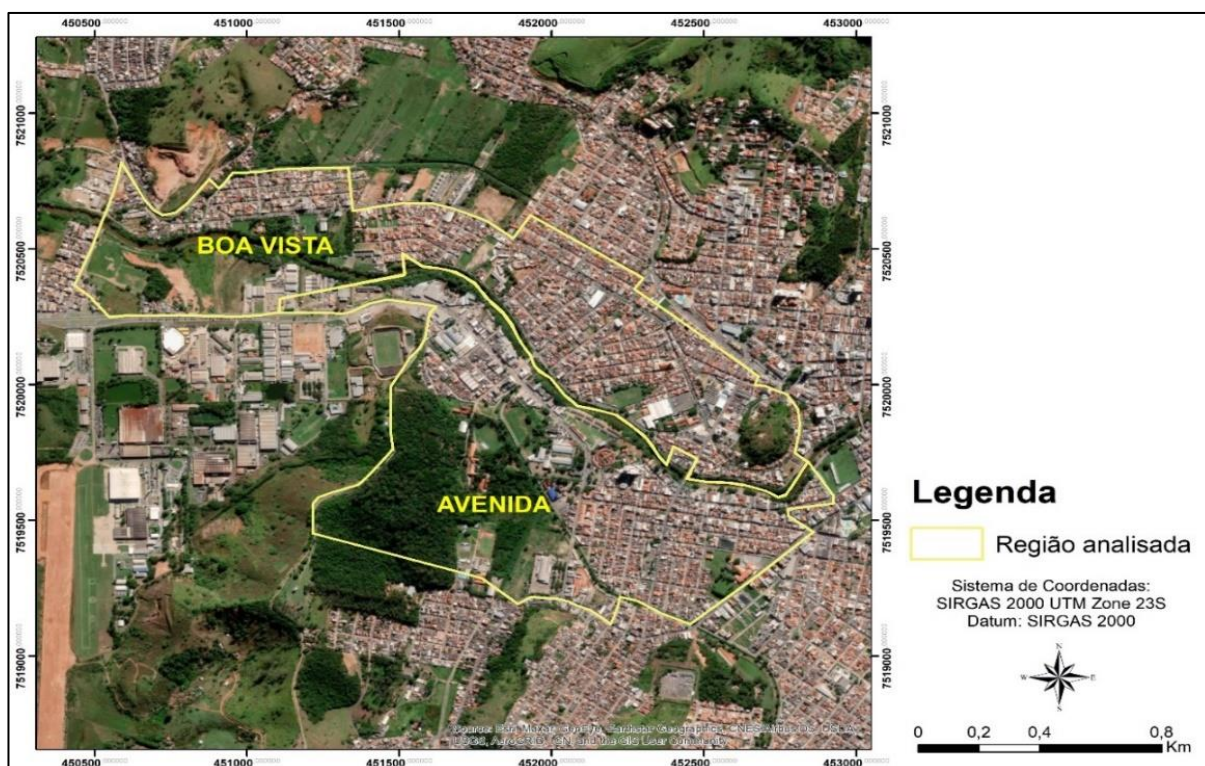
Para a aplicação de questionário utilizado no Manuscrito 3, houve a necessidade de cadastrá-lo na Plataforma Brasil para análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário de Itajubá (FEPI), responsável pela região. O estudo foi trabalhado nos preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os princípios éticos foram respeitados por meio da coleta de aceites por parte dos sujeitos da pesquisa, que precisaram concordar em participar do presente estudo conforme consta Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE III) e a apresentação da Carta de Apresentação do Estudo ao Residente (APÊNDICE II). O projeto de pesquisa foi aprovado com o número CAAE - 29616020.4.0000.5559 (APÊNDICE IV). O projeto de pesquisa foi aprovado com o número CAAE - 29616020.4.0000.5559.

### **3.4.3 Fonte de dados**

Os questionários aplicados foram constituídos por questões que abordavam as características sociodemográficas da população (IBGE, 2010) e sua percepção sobre qualidade do sono, validando tal percepção por meio do *Mini Sleep Questionnaire*, uma vez que ele

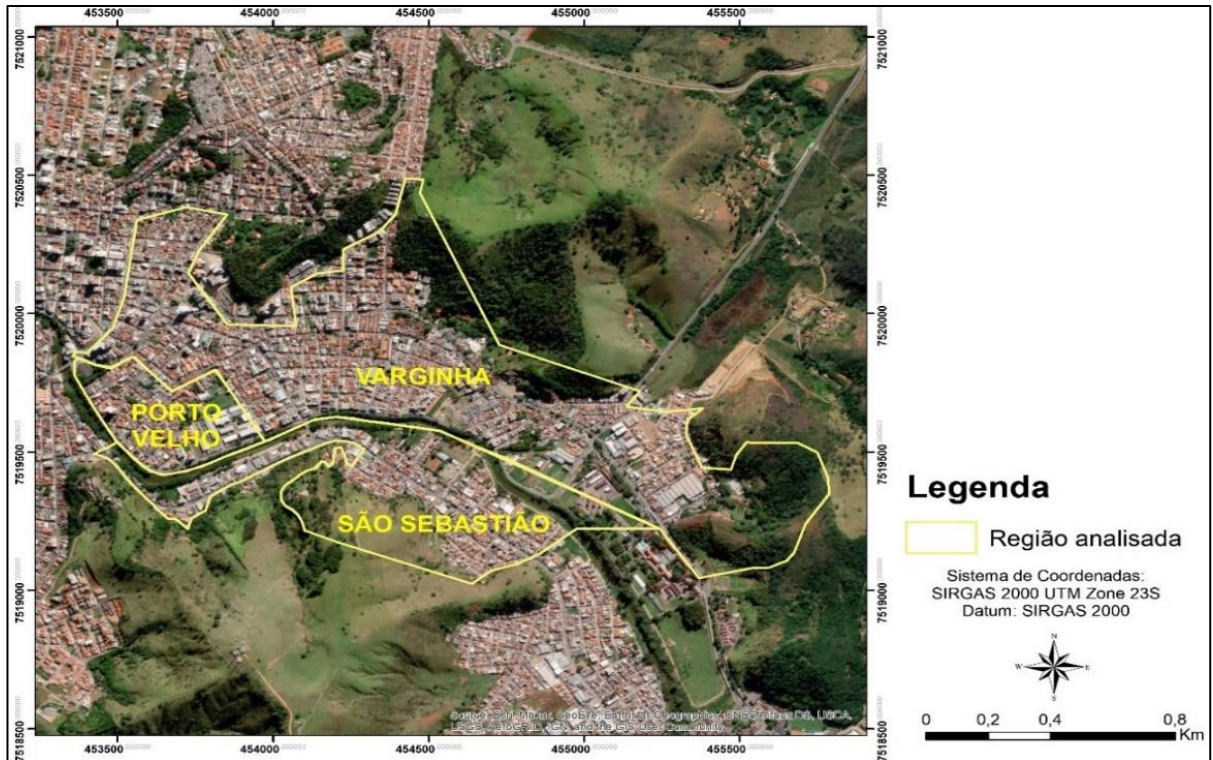
investiga a ocorrência de alguns distúrbios da qualidade do sono por meio de escores atribuídos às respostas obtidas (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011).

O dimensionamento amostral foi feito de acordo com metodologia preestabelecida por Lwanga e Lemeshow (1991). Considerando um nível de confiança de 95%, uma prevalência esperada de 9,6% (SYGNA *et al.*, 2014) e uma precisão absoluta requerida de 5%, a amostra compreendeu 150 moradores, sendo um respondente por residência, que foram selecionados aleatoriamente nos bairros estudados, que foram: Avenida e Boa Vista (Figura 12), Porto Velho, Varginha e São Sebastião (Figura 13) e Santa Rosa (Figura 14). Os fatores de exclusão foram a menoridade e o tempo de residência inferior a um ano. As residências foram selecionadas de modo a não serem imediatamente vizinhas, buscando ter um deslocamento de duas residências. Ainda assim, foi necessário aplicar pré-teste do questionário com uma amostra de 15 participantes, buscando verificar a presença de redundâncias e avaliar a adequação das questões apresentadas. As áreas foram escolhidas devido a existência de uma rodovia com elevado fluxo de veículos e um corredor de vegetação localizado próximo a esta via, sendo consideradas estratégicas para a realização deste trabalho.

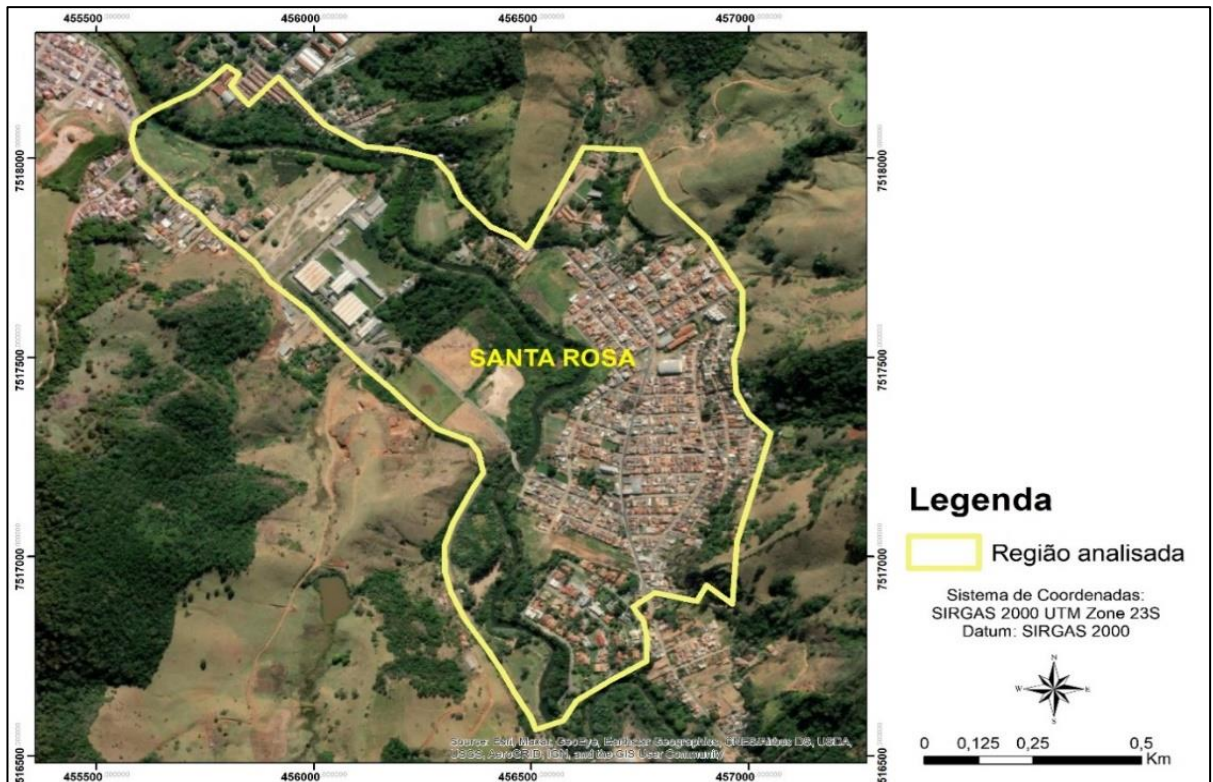


**Figura 12** – Bairros Boa Vista e Avenida, onde os questionários relacionados à qualidade do sono foram aplicados (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).





**Figura 13** – Bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, onde os questionários relacionados à qualidade do sono foram aplicados (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).



**Figura 14** – Bairro Santa Rosa, onde os questionários relacionados à qualidade do sono foram aplicados (Fonte: adaptado de *Google Earth Pro*).

### 3.4.4 Softwares utilizados

Foi utilizado o *software* estatístico EPI Info versão 7 TM (2014) para realizar análises de regressão logística univariada e múltipla, que possibilitaram o uso de todas as variáveis a serem levantadas no presente trabalho.

### 3.4.5 Análises estatísticas

Os dados coletados com os questionários aplicados foram analisados por meio de um método denominado regressão logística, que buscou verificar as variáveis independentes consideradas significativas em relação às variáveis dependentes estudadas, no caso, a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído. Esta determinação de variáveis contribuiu para a caracterização de grupos de indivíduos que se encontram com a qualidade do sono afetada pela exposição ao ruído presente na área em relação aos estão livres deste agravo.

As respostas dos questionários aplicados foram substituídas de forma binária, sendo considerados apenas os valores zero (0) ou um (1) (Quadro 6), de modo a haver apenas valores numéricos a serem trabalhados no *software* estatístico utilizado. As respostas que poderiam ser fatores de proteção contra a má qualidade do sono foram substituídas pelo valor zero. Já as respostas que poderiam representar fatores de risco, isto é, favorecer a interferência na qualidade do sono do indivíduo, foram substituídas pelo valor um.

**Quadro 6** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.

TIPO DE VARIÁVEL	VARIÁVEL ESTUDADA	CODIFICAÇÃO
Variáveis dependentes	Interferência na qualidade do sono, conforme percepção individual	Sim (1); Não (0)
	Qualidade do sono, conforme MSQ	Somatório das variáveis $\geq 25$ (1); Somatório das variáveis $< 25$ (0)
Variáveis independentes	Companheiro (a)	Sim (0); Não (1)
	Raça	Branca (1); Parda (0); Preta (0)
	Idade	Variável contínua
	Configuração residencial	Sozinho (a) (1); Com mais uma pessoa (1); Com mais duas pessoas (0); Com mais de duas pessoas (0)

continua...

conclusão.

<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>VARIÁVEL ESTUDADA</b>	<b>CODIFICAÇÃO</b>
Variáveis independentes	Tempo de residência	Entre 1 e 2 anos (0); Mais que 2 anos (1)
	Escolaridade	Alfabetizado (1); Ensino Fundamental Incompleto (1); Ensino Fundamental Completo (1); Ensino Médio Incompleto (1); Ensino Médio Completo (0); Ensino Superior Incompleto (0); Ensino Superior Completo (0); Curso de Nível Técnico (0)
	Renda familiar	Até 1 SM * (0); Entre 1 e 2 SM (0); Entre 2 e 3 SM (0); Entre 3 e 4 SM (1); Entre 4 e 5 SM (1); Mais que 5 SM (1)
	Sexo	Feminino (1); Masculino (0)
	Existência de incômodo	Sim (1); Não (0)
	Intensidade do incômodo	Muito pouco incomodado (a) (0); Pouco incomodado (a) (0); Médio incômodo (1); Incomodado (a) (1); Muito incomodado (a) (1)
	Viver próximo a áreas ruidosas	Sim (1); Não (0)
	Viver pelo menos a 50 m de distância de um corredor de vegetação	Sim (0); Não (1)
	Percepção de existência de vegetação próxima à área de sua residência	Sim (0); Não (1)
	Quantidade de vegetação presente na área	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)
	Vegetação urbana como intensificadora da melhoria da qualidade do sono	Sim (0); Não (1)
	Nível de melhoria da qualidade do sono devido a presença de vegetação urbana	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)

Fonte: Própria. autora.

Foram realizadas análises univariadas que contribuíram para a construção do modelo múltiplo. Elas foram feitas com o intuito de verificar quais variáveis poderiam ser descartadas

por não possuírem valores adequados de significância. Esse processo foi feito levando em consideração um critério utilizado para a entrada no processo de modelagem, ou seja, considerando que o valor de  $p$  pelo teste da máxima verossimilhança seja  $< 0,25$  para que a qualidade do ajuste fosse garantida.

As variáveis que foram consideradas não-significantes, isto é, com valores de  $p$  superiores a  $0,25$ , foram excluídas para não interferir no bom ajuste deste modelo. Após excluir tais variáveis, foi realizado o processo de regressão múltipla. O mesmo teste para verificação das variáveis foi efetuado, porém, considerando permanente apenas aquelas variáveis com valor de  $p$  sendo  $< 0,05$ .

A análise de regressão logística foi feita para garantir a realização de uma análise crítica dos resultados encontrados na aplicação de questionários, impedindo a existência de possíveis interferências que pudessem ser encontradas nos resultados, tendo como objetivo, segundo Berquó, Souza e Gotlieb (2006), “estabelecer uma relação funcional entre uma das variáveis e as restantes”. Tal análise foi utilizada devido ao foco dado na presente pesquisa, que consistiu em saber se a interferência na qualidade do sono proveniente da exposição ao ruído do tráfego rodoviário está associado “à resposta, livre do efeito de outras variáveis ou se depende de outras covariáveis”, sendo possível descrever a resposta “ao máximo através da explicação de sua variabilidade” (LUIZ, 2006). Por meio desta análise foi possível obter a Razão de Chances (RC) ou *Odds Ratio* (OR), que possui o objetivo de “responder se a chance de desenvolver a doença no grupo de expostos é maior (ou menor) do que no grupo de não expostos” (KALE; COSTA; LUIZ, 2006). As variações de RC foram analisadas com intervalo de confiança de 95% (IC 95,0%) e levando em consideração os níveis de significância dos modelos.

Por fim, foi calculada a probabilidade de o indivíduo perceber a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído (MAGNANI; TORRES; PEREIRA, 2006). Tal probabilidade de ocorrer a variável dependente (má qualidade do sono, isto é,  $\gamma = 1$ ) é dada pela Equação (8) representada a seguir:

$$Prob(\gamma = 1) = \frac{1}{1 + e^{-g(x)}} \quad (8)$$

sendo:



$$g(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i \quad (9)$$

em que:  $\beta_0$  representa o intercepto da equação;  $\beta_i$  o coeficiente estimado a partir do conjunto de dados pelo método da verossimilhança do modelo final e  $X_i$  o valor atribuído à variável independente. Esse coeficiente fornece uma estimativa do logaritmo natural da RC de interferência na qualidade do sono, podendo ser ajustado para todas as outras variáveis que estão inclusas neste modelo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 MANUSCRITO 1

#### A EFICIÊNCIA DA VEGETAÇÃO URBANA NA ATENUAÇÃO DO RUÍDO PROVENIENTE DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO

*The efficiency of urban vegetation in the attenuation of noise from road traffic*

**Maria Elisa Diniz Bucci<sup>1</sup>; Luiz Felipe Silva<sup>2</sup>; Luciana Botezelli<sup>3</sup>; João Paulo de Lima  
Braga<sup>4</sup>**

Artigo ainda não submetido.

#### RESUMO

A vegetação urbana é um atributo que contribui tanto para a melhoria da qualidade ambiental quanto para a saúde coletiva e o bem-estar social. O objetivo do presente trabalho foi investigar a eficiência da vegetação urbana em relação à atenuação do ruído sonoro presente em uma área de vasto tráfego rodoviário, a rodovia BR-459, no município de Itajubá/MG. A metodologia empregada consistiu no levantamento dos níveis sonoros, a quantificação do volume do tráfego rodoviário e a caracterização da vegetação urbana por meio da composição florística e de características intrínsecas dos indivíduos arbóreos, como porte, circunferência do tronco, largura das folhas e da copa. Foi feita uma comparação de valores entre os níveis sonoros medidos e aqueles estimados pelo algoritmo de modelo de predição. A associação entre as características dos indivíduos arbóreos e o ruído de tráfego foi feita pelo ranqueamento de *Spearman*. Os níveis sonoros equivalentes ( $L_{Aeq}$ ) obtidos em campo foram 73,7 dB(A) e 62,5 dB(A) para as áreas contíguas à rodovia e ao corredor de vegetação, respectivamente. Na mesma ordem, segundo o modelo aplicado, os valores dos  $L_{Aeq}$  foram 77,5 dB(A) e 68,4 dB(A). A diferença maior entre os valores obtidos para o corredor, apontam para uma possível atenuação oferecida pela vegetação. Foi observada prevalência maior e significativa (50,0%) de muito incomodados em residentes ao longo da rodovia, quando se compara à outra área. A circunferência dos troncos apresentou associação positiva significativa com os níveis sonoros no trecho. Em face dos resultados inconclusivos acerca da influência da vegetação, sugere-se a adoção de estudos com maior profundidade que superem os limites existentes nestes.

**Palavras-chave:** Corredores verdes; Poluição sonora; Cidades; Saúde coletiva.

## ABSTRACT

Urban vegetation is an attribute that contributes both to improving environmental quality and to collective health and social well-being. The objective of this study was to investigate the efficiency of urban vegetation in relation to the attenuation of noise present in an area of vast road traffic, the BR-459 highway, in the municipality of Itajubá/MG. The methodology used consisted of surveying sound levels, quantifying the volume of road traffic and characterizing urban vegetation through the floristic composition and intrinsic characteristics of tree individuals, such as size, trunk circumference, leaf width and of the canopy. A comparison of values was made between the measured sound level values and those estimated by the prediction model algorithm. The association between the characteristics of arboreal individuals and traffic noise was made using Spearman's ranking. The equivalent sound levels ( $L_{Aeq}$ ) obtained in the field were 73.7 dB (A) and 62.5 dB (A) for the areas adjacent to the highway and the vegetation corridor, respectively. In the same order, according to the model applied, the  $L_{Aeq}$  values were 77.5 dB (A) and 68.4 dB (A). The biggest difference between the values obtained for the corridor, points to a possible attenuation offered by the vegetation. There was a higher and significant prevalence (50.0%) of very disturbed in residents along the highway, when compared to the other area. The circumference of the trunks showed a significant positive association with the sound levels in the stretch. In view of the inconclusive results regarding the influence of vegetation, it is suggested to adopt studies with greater depth that surpass the existing limits in these.

**Keywords:** Green corridors Noise pollution; Cities; Collective health.

## 1. INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras passam por uma intensa crise urbana, já que a falta de saneamento básico, moradia digna e planejamento urbano mostram as diversas facetas. Conforme Maricato (2000), esta segregação expõe as desigualdades presentes no meio social revela a existência de uma ocupação desordenada e da falta e infraestrutura urbana. A população mais vulnerável acaba por ocupar áreas mais desvalorizadas pelo mercado imobiliário, causando, por muitas

vezes, impactos ambientais devido à depredação ambiental e a ocupação de áreas consideradas de proteção ambiental (MARICATO, 2003).

A ocupação desordenada do solo urbano e o consumo predatório dos recursos naturais presentes neste meio favorece o surgimento de transtornos e agravos para a comunidade. A construção de cidades saudáveis é feita, principalmente, por meio de um zoneamento adequado e políticas públicas (WHO, 2010). O planejamento urbano interfere diretamente no bem-estar social, estando diretamente relacionado com a saúde coletiva (KOCHTITZKY *et al.*, 2006).

Uma outra realidade dos centros urbanos é o intenso fluxo de tráfego rodoviário e o aumento dos veículos automotores nestas áreas. O incômodo decorrente da exposição ao ruído proveniente do tráfego rodoviário é objeto de estudos realizados no Brasil (PAZ; FERREIRA; ZANNIN, 2005) e Canadá (RAGETTLI *et al.*, 2015), em que os autores encontraram uma sobreposição do incômodo causado pelo tráfego rodoviário se comparado com as demais fontes emissoras de ruído.

A exposição ao ruído um importante problema de saúde coletiva, já que pode trazer tanto agravos auditivos quanto não auditivos (WHO, 2011). Morar perto de áreas barulhentas podem causar incômodo, irritabilidade e angústia nos indivíduos, afetando diretamente seu comportamento (GUSKI; SCHRECKENBERG; SCHUEMER, 2017). Isto posto, a vegetação presente no meio urbano acaba por contribuir positivamente para a atenuação desta exposição. Seu funcionamento como barreira sonora, a percepção individual da diminuição do incômodo causado pelo ruído (KOPROWSKA *et al.*, 2018) e sua capacidade de funcionar como “buffer” psicológico em áreas com elevada poluição sonora (DZHAMBOV; DIMITROVA, 2015) são funcionalidades importantes deste recurso.

Para que a vegetação funcione como barreira acústica e haja uma atenuação nos níveis de ruído, é necessário que haja um planejamento em conjunto, considerando a existência deste recurso e as demais características do meio urbano, como as características das vias, dos edifícios e dos demais tipos de construção (MARGARITIS; KANG, 2016; SAKIEH *et al.*, 2017). Além disso, existem características intrínsecas dos indivíduos arbóreos que contribuem na diminuição da poluição sonora, como altura (PORTO; JESUS; PEREIRA JUNIOR, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018; PATHAK; TRIPATHI; MISHRA, 2011; AVSAR; GONULLU, 2005; VAN RENTERGHEM *et al.*, 2012), espécie (FANG; LING, 2003), dimensão foliar (PATHAK; TRIPATHI; MISHRA, 2011; KARBALAEI *et al.*, 2015) e densidade da copa (ISLAM *et al.*, 2012).

O objetivo deste artigo é analisar a eficiência da vegetação urbana como atenuadora do ruído existente em áreas distintas do município de Itajubá, Minas Gerais, sendo uma protegida

por um corredor de vegetação e a outra com elevado tráfego rodoviário e sem a presença deste atributo. Ademais, busca, como objetivos específicos, i) avaliar o nível de exposição ao ruído urbano nas duas áreas analisadas; ii) caracterizar os indivíduos arbóreos presentes em uma área e, iii) verificar a prevalência de incômodo, em termos das categorias de incômodo elevado, percepção de interferência na qualidade do sono pelo tráfego rodoviário, má qualidade do sono e uso de remédios e tranquilizantes para dormir entre os moradores de ambas as áreas.

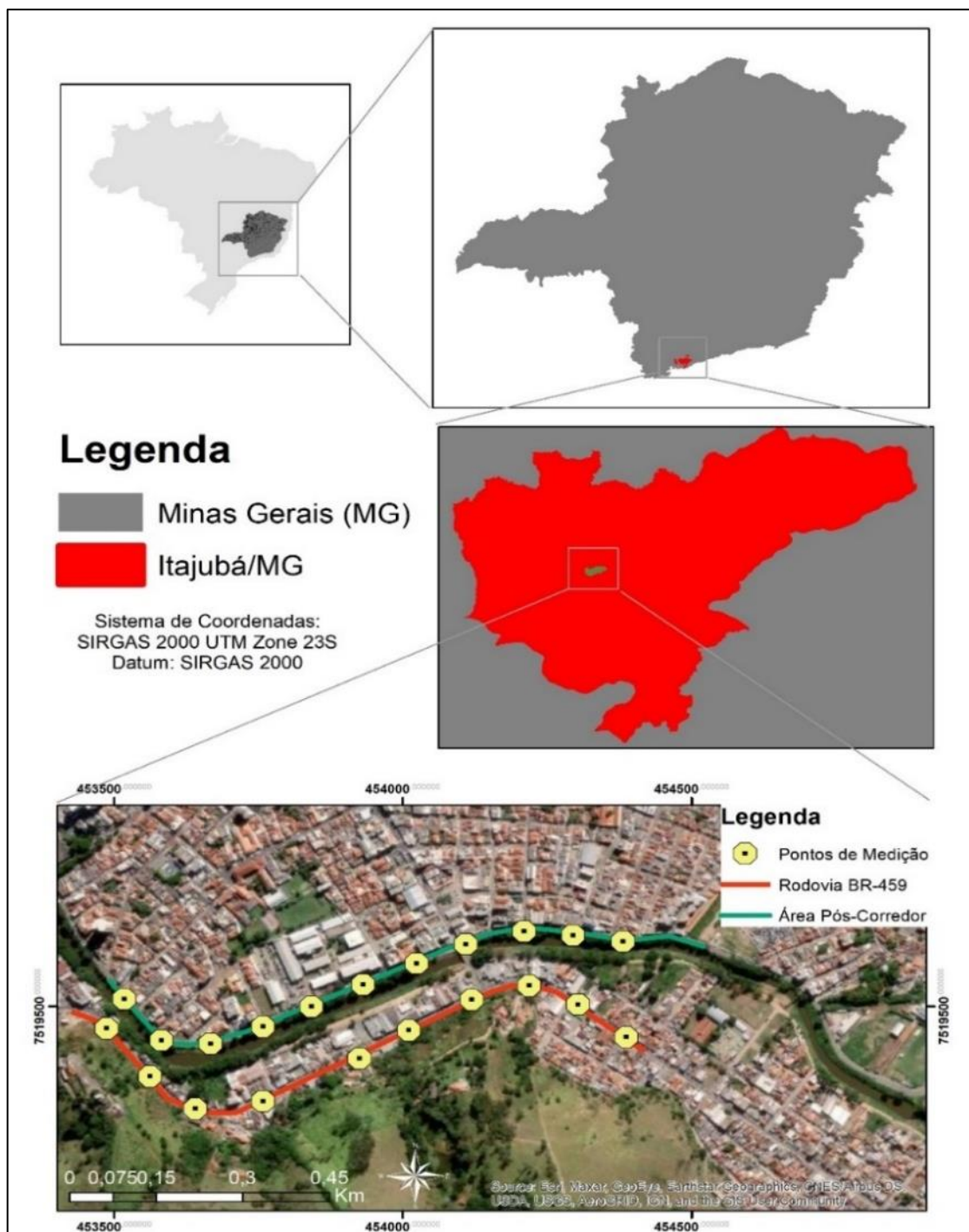
## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A seção está organizada, em três linhas distintas: a definição do local de estudo, a combinação de métodos, e a estratégia analítica a ser utilizada.

### **2.1. Local de estudo**

Itajubá possui 294,835 km<sup>2</sup> de área e uma população estimada de 96.869 habitantes, tendo um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,787 (IBGE, 2019), que é superior ao IDB brasileiro (PNUD, 2014) e mineiro (PNUD, 2010). É um município localizado na mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais e que faz divisa apenas com municípios mineiros (IBGE, 2014). O bioma do município é a Mata Atlântica, que é considerado um *hotspot* mundial com alto grau de vulnerabilidade devido ao alto grau de endemismo e diversidade de suas espécies, abrigando de 1 a 8% da biodiversidade mundial (MMA, 2000). Estimava-se que 50,1% das vias públicas do município fossem arborizadas em 2010 (IBGE, 2019). A vegetação presente no município é mais fortemente observada na forma de mata ciliar do rio Sapucaí, tendo sido observados poucos indivíduos arbóreos presentes tanto nas vias quanto em algumas praças locais.

A área analisada encontra-se entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião. A escolha se justifica pelo fato da área possuir tanto uma barreira sonora constituída por vegetação arbórea como também um logradouro com grande movimento de tráfego rodoviário urbano e que fosse livre deste atributo. Os pontos de medição foram nomeados em ordem crescente iniciando-se da esquerda para a direita (Figura 1). Esta via sem vegetação encontra-se na BR-459, uma rodovia federal que contribui para a existência do tráfego rodoviário entre as unidades federativas São Paulo e Minas Gerais. Apesar da área analisada ser predominantemente residencial, existem algumas poucas atividades comerciais ou industriais na sua extensão.



**Figura 1** – Localização da área estudada (Fonte: adaptada IBGE, 2014).

## 2.2. Mapeamento acústico

A elaboração de mapas acústicos contribui com o zoneamento adequado do solo urbano, sendo ferramentas úteis no planejamento urbano, uma vez que avaliam os impactos decorrentes

do ruído presente na área analisada e contribuem por estratégias mais eficientes e otimizadas do tráfego rodoviário nas cidades (BRITO, 2017).

Foi utilizada a versão demo do *software SoundPLANessential*® 5.0 para a elaboração de mapas acústicos para as áreas de estudo do município de Itajubá/MG, tendo ferramentas aptas para uma visualização melhor em relação ao nível de ruído presente na área. Os mapas acústicos foram, então, confeccionados levando em consideração os valores da estimativa de fluxo diário em um período de 16 horas, entre 6 h às 22 h, sendo: 10291 veículos utilitários (carros, vans, micro-ônibus, etc), 3526 motocicletas e 1718 veículos considerados pesados (ônibus, caminhões, máquinas, etc).

### 2.3. Nível sonoro equivalente

As medições foram realizadas entre duas semanas de janeiro de 2021 em dois períodos distintos, considerando a ABNT 10.151/2020 (ABNT, 2020), sendo dia e tarde (7h às 19h) e noite (19h até às 23h). As medições de madrugada (23h até às 7h) foram inviabilizadas pela insegurança da área. Foi utilizado o medidor de nível sonoro modelo DEC-490 fabricado pela INSTRUTHERM classe 2 para caracterizar o nível sonoro das áreas.

Foram realizadas 11 medições na via protegida pelo corredor de vegetação e dez medições na rodovia. Os dados foram levantados de domingo à segunda-feira, considerando pontos aleatórios de medição espaçados de modo uniforme entre um e outro, considerando uma distância aproximada de 100 metros. Ainda assim, pontos que tivessem alguma interferência de ruído externos, que não a do tráfego rodoviário, foram desconsiderados. Cada medição de ruído teve a duração de 15 minutos e os dados de localização, umidade relativa e temperatura do ar foram registrados.

Para determinar os níveis sonoros equivalentes de cada ponto foi utilizada como base a equação presente na norma ABNT 10.151/2020 (ABNT, 2020). Sendo assim, tem-se:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T_n} \sum_{t=1}^t 10^{L_i/10} \cdot t_i \quad (1)$$

em que:

$L_{Aeq}$ : nível sonoro equivalente [dB(A)];

$T_n$ : número total de leituras realizadas;

$L_i$ : nível de ruído medido [dB(A)];

$t_i$ : tempo das medições realizadas (s).

Além dos níveis sonoros equivalentes, também foram determinados outros parâmetros estatísticos,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  e  $L_{90}$ , que representam o nível de pressão sonora excedido em porcentagem durante 10, 50 e 90% do tempo, respectivamente. Após determinar os níveis sonoros, foram calculados os valores das médias e os respectivos erros-padrão, considerando o erro do equipamento utilizado de 2 dB(A). Os erros-padrão foram calculados a partir da seguinte equação (BEHAR; PLENER, 1984):

$$ep = t \cdot \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

em que:

$ep$ : erro padrão [dB(A)];

$t$ : valor da distribuição t com  $(n - 1)$  graus de liberdade e um nível de confiança  $(1 - \alpha)$ , sendo  $\alpha$  o nível de erro;

$n$ : número de amostras;

$\sigma$ : desvio padrão da distribuição amostral [dB(A)].

#### **2.4. Caracterização da vegetação**

Para realizar o levantamento da caracterização e da composição florística dos indivíduos arbóreos presentes no local estudado, foi necessário realizar um levantamento das coordenadas geográficas o auxílio de um equipamento *Global Positioning System* (GPS). Além disso, visitas diárias foram realizadas nos locais de estudo durante duas semanas para levantar as características dos indivíduos arbóreos (porte, circunferência do tronco, largura das folhas e da copa) e sua composição florística (família, nome científico, nome vulgar e origem). Não foi realizada supressão da vegetação durante a coleta de dados

As medições de porte e de copas foram feitas de modo visual, considerando os indivíduos de porte pequeno aqueles com até 6 metros de altura, os de porte médio de 7 a 10 metros e os de porte grande aqueles com altura entre 10 e 15 metros (UNESP, 2017). Já para as larguras para as copas, foram consideradas pequenas aquelas com até 6 metros de largura, médias de 6 a 12 metros e grande aquelas com valores superiores a 12 metros (PMC, 2016). Para as medições da circunferência do tronco e da largura das folhas foi utilizado uma trena.

Os aspectos da composição florística foram levantados por meio de consultas a especialistas na área e livros, websites de universidades e jardins botânicos, a ferramenta online



disponibilizada pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, o Flora do Brasil *Online* 2020 (FBO, 2020), e o banco de dados *The Plant List* (TPL, 2013). Para aqueles indivíduos que não forem prontamente identificados, serão tirados retratos fotográficos para posterior identificação com auxílio de especialistas na área.

## 2.5. Análise de dados

### 2.5.1. Modelos de cálculo de nível sonoro equivalente

A análise de redução de ruído foi feita por meio da comparação entre a estimativa obtida por meio da aplicação do algoritmo proposto pela *Federal Highway Administration* dos Estados Unidos (Equações 3 e 4) (FHWA, 1998; STEELE, 2001) e o valor real obtido por meio das medições realizadas nas áreas estudadas, a rodovia BR-459 e a via protegida pelo corredor de vegetação, e determinado pela Equação (1) proposta pela norma brasileira (ABNT, 2020). A comparação deu-se levando em consideração o  $L_{Aeq(total)}$  obtido para ambas as áreas. Dessa forma, tem-se:

$$L_{Aeq(1h,i)} = L_{5s,z} + 10 \log\left(\frac{n}{vt}\right) + 10 \log\left(\frac{15}{d}\right)^{1+\alpha} + A_{combinada} - 13 \quad (3)$$

$$L_{Aeq(total)} = \sum_{i=1}^i 10 \log\left(10^{\left(\frac{L_{Aeq,i}}{10}\right)}\right) \quad (4)$$

em que:

$L_{Aeq(1h,i)}$ ,  $L_{5s,z}$ : nível sonoro equivalente no período de uma hora e 5 segundos por categoria de veículo [dB(A)];

$n$ : número de veículos que transitam por hora, para a categoria de veículo considerada;

$v$ : velocidade do veículo (50 km/h);

$t$ : tempo de análise (1 h);

$d$ : distância entre o ponto de análise e o centro da via (5 m);

$\alpha$ : coeficiente que considera o tipo de solo, no caso,  $\alpha$  corresponde a zero;

$A_{combinada}$ : atenuação combinada (dB);

$L_{Aeq(total)}$ : nível sonoro equivalente total [dB(A)].

O fluxo horário de veículos nas áreas analisadas foi contabilizada em cada medição de 15 minutos, sendo necessária realizar uma estimativa destes valores para o período de uma hora (Tabela 1).

**Tabela 1** – Estimativa do fluxo horário de veículos que trafegam pela BR-459 e pela via protegida pelo corredor de vegetação.

TIPO DE VEÍCULO	VEÍCULOS/HORA BR-459	VEÍCULOS/HORA CORREDOR
Veículos utilitários (automóveis, vans, micro-ônibus, etc)	643	159
Motocicletas	220	43
Veículos pesados (ônibus, caminhões, máquinas etc)	107	10

Fonte: Próprios autores.

### 2.5.2. Aplicação de questionários

A análise de prevalência foi determinada por meio da aplicação de 23 questionários na rodovia BR-459 e em residências localizadas em até 50 metros de distância do corredor de vegetação. Tais questionários são subconjuntos de dois estudos anteriores, onde foram aplicados 150 questionários nos bairros Avenida, Boa Vista, Porto Velho, São Sebastião, Varginha e Santa Rosa do município de Itajubá/MG a fim de determinar a relação entre incômodo e a interferência na qualidade do sono causados pela exposição ao ruído e a interferência da vegetação urbana sobre estes agravos aplicados para a elaboração dos Manuscritos 2 e 3.

Os questionários continham 21 questões, sendo oito de cunho sociodemográfico (IBGE, 2010), duas que verificavam a existência e o nível de incômodo e sua provável relação com a vegetação urbana existente na área (VAN RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2016; LI; CHAU; TANG, 2010), uma relacionada à percepção individual sobre a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído e dez questões padronizadas do *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ) (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011). A aplicação ocorreu durante os períodos matutinos e vespertinos do mês de outubro de 2020, sendo a amostra escolhida de forma aleatória. A amostra foi constituída por 23 moradores, sendo um respondente por residência. As residências foram selecionadas de modo a não serem imediatamente vizinhas, buscando ter um deslocamento de duas residências. Os fatores de exclusão foram a menoridade e o tempo de residência inferior a um ano.

O MSQ foi utilizado para determinar a nível de qualidade do sono da população estudada, sendo caracterizada em boa ou má. A codificação da qualidade do sono foi dada pela somatória dos escores das respostas obtidas (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011). Cada questão do MSQ compreende sete possibilidades de respostas, as quais variam de “nunca” até “sempre”. Dessa forma, os escores atribuídos variavam de um (“nunca”) a sete pontos (“sempre”), conforme a resposta dada pelos sujeitos da pesquisa. A má qualidade do sono foi caracterizada pela soma dos escores equivalentes ou superiores a 25 pontos, sendo que, quanto maior a pontuação, pior é a qualidade do sono do indivíduo.

A prevalência foi determinada com auxílio do *software* estatístico *EPI Info*® por meio da atribuição de valores (1) para os fatores considerados como sendo de risco e de (0) para a ausência de risco das variáveis trabalhadas (Quadro 1).

**Quadro 1** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde ao salário mínimo de 2020.

<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>VARIÁVEL ESTUDADA</b>	<b>CODIFICAÇÃO</b>
Variáveis de exposição	Viver próximo a áreas ruidosas	Sim (1); Não (0)
	Viver próximo a um corredor de vegetação	Sim (0); Não (1)
Variáveis dependentes	Interferência na qualidade do sono, conforme percepção individual	Sim (1); Não (0)
	Qualidade do sono, conforme MSQ	Somatório das variáveis $\geq 25$ (1); Somatório das variáveis $< 25$ (0)
	Uso de remédios e tranquilizantes para dormir	Nunca (0); Muito raramente (0); Raramente (0); Às vezes (0); Frequentemente (1); Muito frequentemente (1); Sempre (1)
	Existência de incômodo	Sim (1); Não (0)
	Intensidade do incômodo sentido	Muito incomodado (1); outras intensidades - nenhuma, leve, moderada e média - (0)
Variáveis sociodemográficas	Companheiro (a)	Sim (1); Não (0)
	Configuração residencial	Sozinho (a) (1); Com mais uma pessoa (1); Com mais duas pessoas (0); Com mais de duas pessoas (0)
	Renda familiar	Até 1 SM * (0); Entre 1 e 2 SM (0); Entre 2 e 3 SM (0); Entre 3 e 4 SM (1); Entre 4 e 5 SM (1); Mais que 5 SM (1)
	Raça	Branca (1); Parda (0); Preta (0)
	Idade	Variável contínua, não categorizada

continua...

conclusão.

TIPO DE VARIÁVEL	VARIÁVEL ESTUDADA	CODIFICAÇÃO
Variáveis sociodemográficas	Escolaridade	Alfabetizado (1); Ensino Fundamental Incompleto (1); Ensino Fundamental Completo (1); Ensino Médio Incompleto (1); Ensino Médio Completo (0); Ensino Superior Incompleto (0); Ensino Superior Completo (0) Curso de Nível Técnico (0)
	Sexo	Feminino (1); Masculino (0)
	Tempo de residência	Entre 1 e 2 anos (0); Mais que 2 anos (1)

Fonte: Próprios autores

### 2.5.3. Teste de correlação do ranqueamento de Spearman

Para investigar a correlação existente entre as características dos indivíduos arbóreos levantados com a possível atenuação do ruído, foi utilizado o teste de correlação do ranqueamento de Spearman. Este teste é feito de modo a estimar a existência de uma correlação entre duas variáveis aleatórias, que não necessariamente estão relacionadas de modo linear (CRAWSHAW; CHAMBERS, 2001), sendo calculado por meio da seguinte equação:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (5)$$

em que:

$\rho$ : correlação de Spearman;

$d$ : diferença entre os valores de ranqueamento das variáveis no nível  $i$  dispostas em ordem decrescente;

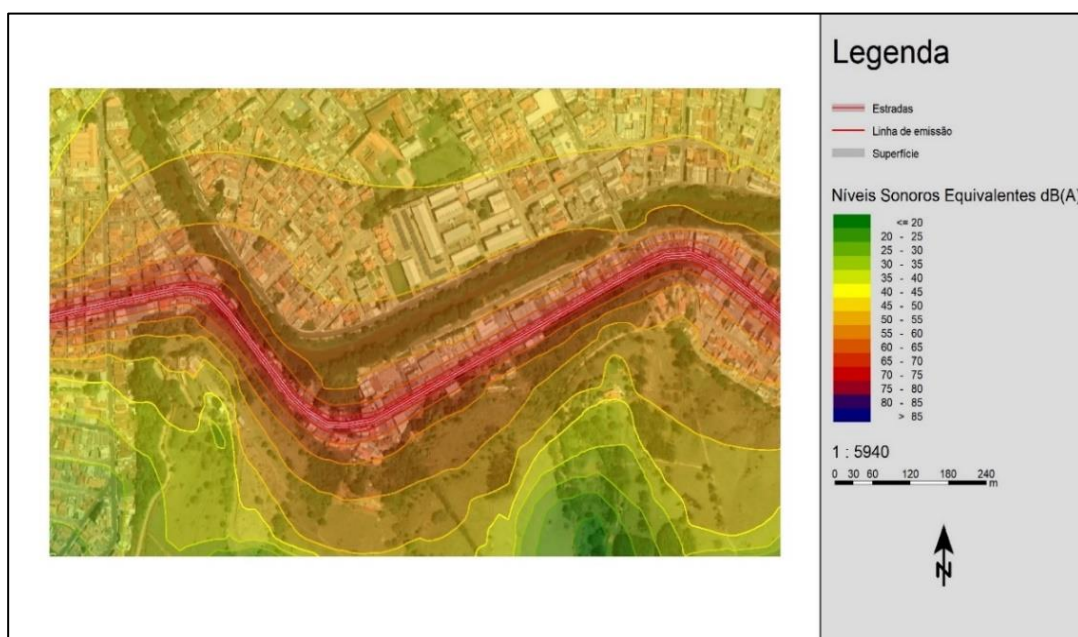
$n$ : número de dados utilizados.

Assim sendo, para a realização desta análise, foram utilizados os dados obtidos em cada ponto de medição da via protegida pelo corredor de vegetação dispostos de forma ranqueada e em ordem decrescente, sendo eles: porte, largura das folhas e das copas, circunferência do tronco e a pressão sonora. Por meio deste cálculo foi possível obter um valor positivo, representando a existência da correlação entre as variáveis estudadas; e um valor negativo, que representa a inexistência de correlação.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Mapa acústico

A simulação demonstrou que as áreas de maiores valores de nível sonoro equivalente estão localizadas próximas aos trechos analisados, tendo valores superiores a 70 dB(A) nas áreas localizadas próximas à rodovia durante o período diurno (Figura 2, APÊNDICE V). Ultrapassam, assim, os valores descritos pela norma ABNT 10.151/2020 (ABNT, 2020). Apesar de ser uma via predominantemente comercial, ainda existem residências ao longo deste trajeto, tornando necessária a mitigação dos danos ambientais causados pela elevada poluição sonora local. Os resultados encontrados corroboram os achados de uma pesquisa realizada em São Carlos/SP, onde os autores, além de encontrarem valores de nível sonoro superiores a aqueles encontrados na norma (ABNT, 2020), ainda pontuaram que a população fica fortemente exposta ao ruído, sendo necessária a adoção de medidas mitigatórias que visem a qualidade de vida da comunidade (SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015). Valores elevados de nível sonoro também foram encontrados no mapeamento acústico realizado em uma avenida do município de Aracaju/SE, chegando a ultrapassar 70 dB(A) no período diurno (GUEDES; BERTOLI, 2014), assim como encontrado no presente estudo. Em 18 bairros do município de Belém/PA foram encontrados valores elevados de nível sonoro, ultrapassando 80 dB(A) em algumas áreas analisadas (MIRANDA; MACEDO, 2014). Os autores ainda constataram que intensidade sonora e calor são variáveis independentes, ou seja, apesar de serem elementos que garantam conforto ambiental, não possuem relação entre si.



**Figura 2** – Mapa acústico diurno para o trecho localizado entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião (Fonte: Próprios autores) (APÊNDICE V).

Em um estudo realizado em um distrito da cidade de Jeddah, na Arábia Saudita, o autor encontrou valores elevados de níveis sonoros equivalentes não apenas durante o dia, como, também, durante a noite (ZYTOON, 2016). Tal resultado foi encontrado devido ao intenso tráfego de veículos e a atividade recreativa da população vivente na área. O autor supracitado ainda demonstrou o elevado nível de incômodo da comunidade com o ruído proveniente do tráfego veicular, configurando um problema de saúde pública.

Ainda assim, as áreas mais afetadas são aquelas próximas às rodovias, já que, conforme há um afastamento, os valores tendem a diminuir consideravelmente, chegando a valores inferiores a 20 dB(A). Apesar de existir uma diminuição dos valores, é importante mencionar que, apesar da velocidade veicular do trecho ser de 40 km/h, não foram feitas coletas destes dados pelos veículos que passavam pela área. Esta limitação pode ser problemática, já que, conforme encontrado por Ece *et al.* (2018), o aumento da velocidade em uma superfície lisa pode aumentar a exposição ao ruído que a população sofrerá.

Brito (2017) destacou a importância da elaboração de mapas acústicos para o planejamento urbano e para a saúde coletiva, posto que áreas residenciais e de descanso precisam ficar localizadas distante de locais de entretenimento e barulhentos. Em um estudo realizado à uma cidade turística localizada próxima a Itajubá/MG, Campos do Jordão/SP, ele mostrou que existe um aumento do nível sonoro equivalente devido ao aumento das atividades turísticas em feriados, podendo incomodar a população e trazer certo desconforto. A área analisada, apesar de ser predominantemente residencial, ainda possui locais voltados para o comércio e serviços, que foram desconsiderados na análise devido o foco ser unicamente o tráfego rodoviário destacado nos mapas acústicos e que poderiam elevar os valores de nível sonoro equivalente presente na região.

### **3.2. Caracterização dos níveis sonoros**

Foram encontrados resultados menores de níveis sonoros na via protegida pelo corredor de vegetação se comparado à rodovia, que é livre deste atributo, por meio da aplicação da Equação (1) (Tabela 2). Os níveis sonoros medidos caracterizam bem o ambiente, pois, os valores de erros-padrão encontrados estão abaixo do limite estabelecido de 2 dB(A). No entanto, é importante mencionar que o fluxo de veículos nas duas áreas é distinto, sendo mais fortemente observado na rodovia BR-459, se comparado com a via protegida pelo corredor de vegetação. Apesar de existir estudos que correlacionem existência de uma faixa de vegetação e a diminuição

do nível sonoro (ISLAM *et al.*, 2012; KARBALAEI *et al.*, 2015), os resultados encontrados ainda se mostram incipientes pelas áreas terem volumes de tráfego rodoviário distintos.

**Tabela 2** – Caracterização dos níveis sonoros da área em dB(A) na rodovia BR-459 e na via posterior ao corredor de vegetação, em que FS representa os finais de semana e DU os dias úteis.

PONTO DE MEDIÇÃO	PERÍODO	RODOVIA BR-459				CORREDOR			
		L90	L50	L10	LAeq	L90	L50	L10	LAeq
1	FS (13h - 19h)	57,8	66,7	74,0	73,7	52,3	58,9	67,8	64,0
	DU (07h - 13h)	60,3	68,7	76,7	74,1	49,1	54,2	65,2	63,8
	DU (13h - 19h)	56,1	66,8	75,3	73,3				
	DU (19h - 22h)	53,8	62,4	73,4	73,4				
2	FS (13h - 19h)					47,2	51,5	61,5	58,7
	DU (07h - 13h)	62,4	70,0	76,8	74,6	49,9	54,5	63,8	61,2
	DU (13h - 19h)	59,3	69,1	77,9	75,3	48,4	53,6	64,7	65,5
	DU (19h - 22h)					49,0	55,4	64,4	60,8
3	FS (13h - 19h)	56,8	66,9	75,4	72,4				
	DU (07h - 13h)	62,4	69,4	77,5	76,8	49,3	53,4	62,4	60,2
	DU (13h - 19h)	60,5	70,6	77,8	75,6	49,3	54,3	64	61,6
	DU (19h - 22h)	53,0	65,2	75,9	73,7				
4	FS (13h - 19h)					50,3	53,0	59,8	57,1
	DU (07h - 13h)	59,4	67,2	75,1	79,0	51,9	56,2	62,4	61,9
	DU (13h - 19h)	58,1	67,8	75,7	74,8	49,0	53,5	62,4	63,4
	DU (19h - 22h)					48,2	52,8	61,3	59,0
5	FS (13h - 19h)	56,9	63,1	70,9	70,3				
	DU (07h - 13h)	60,4	66,6	74,4	72,3	48,3	52,2	61,6	61,9
	DU (13h - 19h)	62,8	67,1	74,9	72,5	48,7	53,2	64,4	63,3
	DU (19h - 22h)	57,9	64,9	74,5	73,5				
6	FS (13h - 19h)					48,2	50,4	58,8	57,8
	DU (07h - 13h)	57,2	66,3	74,1	71,6	46,7	50,3	61,0	66,6
	DU (13h - 19h)	59,5	67,5	75,6	73,7	47,9	54,2	63,0	64,1
	DU (19h - 22h)					46,2	52,1	61,1	59,2
7	FS (13h - 19h)	54,9	62,0	70,2	69,8				
	DU (07h - 13h)	61,3	67,0	75,1	73,7	51,1	54,3	63,0	63,5
	DU (13h - 19h)	59,7	66,9	75,7	74,1	49,7	54,2	62,7	65,7
	DU (19h - 22h)	57,5	65,5	78,6	83,0				
8	FS (13h - 19h)					50,7	56,0	64,0	60,7
	DU (07h - 13h)	61,0	66,5	72,4	69,9	55,6	60,9	66,2	65,9
	DU (13h - 19h)	61,4	67,0	72,9	70,5	53,0	58,4	65,4	64,4
	DU (19h - 22h)					50,9	56,9	65,5	62,7

continua...

conclusão.

PONTO DE MEDIÇÃO	PERÍODO	RODOVIA BR-459				CORREDOR			
		L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>90</sub>	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>Aeq</sub>
9	FS (13h - 19h)	54,3	64,6	72,1	68,8				
	DU (07h - 13h)	59,1	66,3	73,4	71,3	49,5	56,6	64,6	64,5
	DU (13h - 19h)	64,5	69,1	75,5	74,8	48,5	55,4	64,6	61,8
	DU (19h - 22h)	56,4	65,2	74,3	72,2				
10	FS (13h - 19h)					48,0	52,6	62,2	58,3
	DU (07h - 13h)	61,6	69,1	77,5	77,6	50,3	57,5	65,2	68,3
	DU (13h - 19h)	64,4	69,4	75,3	74,1	49,9	56,4	65,2	62,1
	DU (19h - 22h)					48,4	53,9	61,9	58,3
11	FS (13h - 19h)								
	DU (07h - 13h)					50,4	56,5	67,9	68,8
	DU (13h - 19h)					52,9	58,3	68,5	65,3
	DU (19h - 22h)								
Média		59,0	66,8	75,0	73,7	49,7	54,7	63,6	62,5
Erro Padrão		1,1	0,8	0,8	1,1	0,7	0,9	0,8	1,1

Fonte: Próprios autores.

### 3.3. Caracterização da população estudada

A população estudada, isto é, a que vive na rodovia BR-459 e na área protegida pelo corredor de vegetação, possui características homogêneas, distinguindo-se apenas pelos valores distintos das rendas familiares (Tabela 3).

**Tabela 3** – Número absoluto (N), distribuição em porcentagem (%) e valor de *p* dos sujeitos da pesquisa, considerando aqueles que viviam próximo a áreas de elevado tráfego rodoviário (Rodovia BR-459) e próximo a um corredor de vegetação (Corredor).

VARIÁVEIS		N (%) TOTAL	N (%) RODOVIA BR-459	N (%) CORREDOR	<i>p</i>
Sexo	Feminino	14 (60,9)	8 (66,7)	6 (54,6)	0,552
	Masculino	9 (39,2)	4 (33,4)	5 (45,5)	
Raça	Branca	17 (74)	10 (83,4)	7 (63,7)	0,283
	Parda	5 (21,8)	2 (16,7)	3 (27,3)	
	Preta	1 (4,4)	0 (0,0)	1 (9,1)	
Configuração Residencial	Sozinho (a)	6 (26,1)	4 (33,4)	2 (18,2)	0,855
	Com uma pessoa	4 (17,4)	1 (8,4)	3 (27,3)	
	Com duas pessoas	3 (13,1)	2 (16,7)	1 (9,1)	
	Com mais de duas pessoas	10 (43,5)	5 (41,7)	5 (45,5)	

continua...



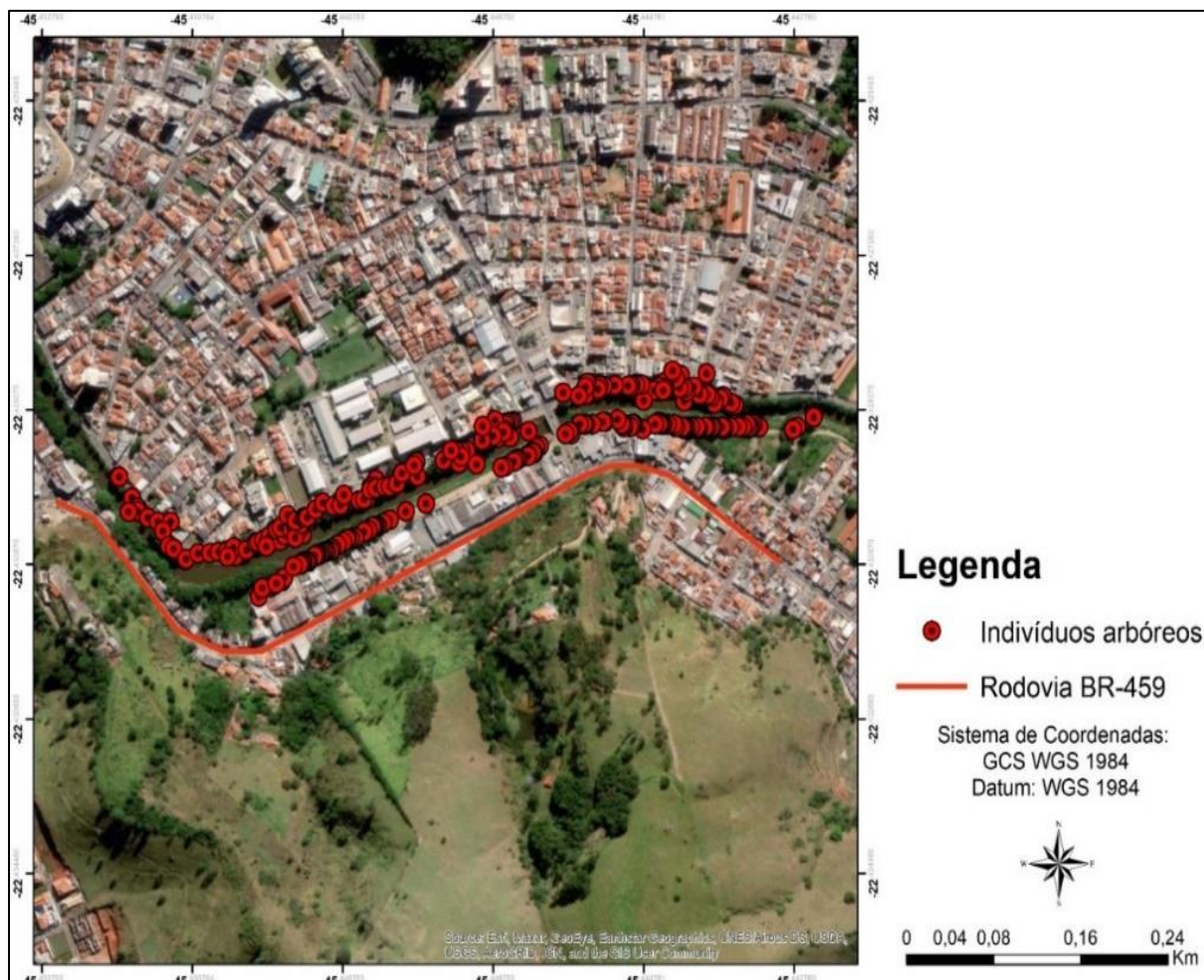
conclusão.

VARIÁVEIS		N (%) TOTAL	N (%) RODOVIA BR-459	N (%) CORREDOR	<i>p</i>
Companheiro (a)	Sim	12 (52,2)	6 (50,0)	6 (54,6)	0,827
	Não	11 (47,9)	6 (50,0)	5 (45,5)	
Escolaridade	Alfabetizado	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0,221
	Ensino fundamental incompleto	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	
	Ensino fundamental completo	5 (21,8)	4 (33,4)	1 (9,1)	
	Ensino médio incompleto	2 (8,7)	1 (8,4)	1 (9,1)	
	Ensino médio completo	7 (30,5)	4 (33,4)	3 (27,3)	
	Curso técnico	1 (4,4)	1 (8,4)	0 (0,0)	
	Ensino superior incompleto	3 (13,1)	2 (16,7)	1 (9,1)	
	Ensino superior completo	5 (21,8)	0 (0,0)	5 (45,5)	
Tempo de Residência	Entre um e dois anos	2 (8,7)	1 (8,4)	1 (9,1)	0,949
	Mais que dois anos	21 (91,4)	11 (91,7)	10 (91)	
Renda Familiar	Até 1 SM	5 (21,8)	3 (25,0)	2 (18,2)	0,016
	Entre 1 e 2 SM	5 (21,8)	5 (41,7)	0 (0,0)	
	Entre 2 e 3 SM	5 (21,8)	2 (16,7)	3 (27,3)	
	Entre 3 e 4 SM	3 (13,1)	0 (0,0)	3 (27,3)	
	Entre 4 e 5 salários mínimos SM	2 (8,7)	0 (0,0)	2 (18,2)	
	Mais que 5 SM	2 (8,7)	1 (8,4)	1 (9,1)	
Idade	Ignorado	1 (4,4)	1 (8,4)	0 (0,0)	0,876
	Média ± Desvio Padrão	54 ± 18	55 ± 20	53 ± 16	

Fonte: Próprios autores.

### 3.4. Caracterização da vegetação urbana

Foram contabilizados 273 indivíduos arbóreos (Figura 3), os quais podem favorecer uma possível atenuação do ruído na área (TIAGY; KUMA; JAIN, 2006), posto que, conforme resultados encontrados por Oliveira *et al.* (2018), quanto maior a densidade de vegetação presente em uma área, maior será sua capacidade de atenuar o ruído.



**Figura 3** – Indivíduos arbóreos que fazem parte do corredor de vegetação analisado no trecho entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião, Itajubá/MG (Fonte: Próprios autores).

Dentre os indivíduos arbóreos contabilizados na área, duas espécies tiveram destaque em relação à sua frequência, a *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e a *Pleroma granulosa* (Desr.) D. Don, que contabilizaram juntas cerca de 38,09% os dados coletados (Tabela 4). Ainda assim, não foram encontrados estudos que correlacionassem as duas espécies com a diminuição da poluição sonora. No entanto, Pathak, Tripathi e Mishra (2007) demonstraram a eficiência da *Murraya peniculata* (L.) Jack na redução do ruído, que está presente na atual composição florística, contudo, com uma frequência bem reduzida (2,56%) (Tabela 4). Outro estudo que também demonstrou a atenuação de 6 a 10 dB(A) ocasionado pela *Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco (FANG; LING, 2003), que corresponde à 1,47% dos indivíduos levantados (Tabela 4). O plantio de *Murraya peniculata*, no entanto, é proibido no estado de São Paulo por serem hospedeiras de um inseto transmissor da praga do *Greening*, que prejudica a citricultura (ALSP, 2008).

**Tabela 4** – Dados da composição florística do trecho analisado, em que N representa o número absoluto e (%) representa a frequência em porcentagem das espécies encontradas.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	ORIGEM	N (%)
<b>Agavaceae</b>	<i>Yucca</i> sp.	iuca	Exótica	4 (1,47)
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	Exótica	5 (1,84)
	<i>Schinus molle</i> L.	aroeira-salsa	Nativa	1 (0,37)
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-pimenteira	Nativa	1 (0,37)
<b>Apocynaceae</b>	<i>Nerium oleander</i> L.	espirradeira	Exótica	1 (0,37)
<b>Araucariaceae</b>	<i>Araucaria heterophylla</i> (Salisb.) Franco	araucaria-de-Norfolk	Exótica	4 (1,47)
<b>Asparagaceae</b>	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	dracena, peregum	Exótica cultivada	3 (1,1)
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	ipê-amarelo	Nativa	4 (1,47)
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo-bola	Nativa	5 (1,84)
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	jacarandá-mimoso	Exótica	4 (1,47)
	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	espatódea, tulipeiro-da-África	Exótica	2 (0,74)
	<i>Tabebuia heterophylla</i> (DC.) Britton	ipê-de-El-Salvador	Exótica	8 (2,94)
	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	ipê-branco	Nativa	2 (0,74)
	<b>Caricaceae</b>	<i>Carica papaya</i> L.	mamoeiro	Naturalizada
<b>Clusiaceae</b>	<i>Garcinia cochinchinensis</i> (Lour.) Choisy	mangostão-amarelo	Exótica	1 (0,37)
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	cipreste	Exótica	1 (0,37)
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	poinsetia	Exótica	2 (0,74)
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	pata-de-vaca	Exótica	2 (0,74)
<b>Fabaceae</b>	<i>Cenostigma pluviosum</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) Gagnon & G. P.Lewis	sibipiruna	Nativa	2 (0,74)
	<i>Erythrina verna</i> Vell.	mulungu	Nativa	1 (0,37)
	<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá	Nativa	7 (2,57)

continua...

continua...

<b>FAMÍLIA</b>	<b>NOME CIENTÍFICO</b>	<b>NOME VULGAR</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>N (%)</b>
<b>Fabaceae</b>	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucena	Exótica invasora	72 (26,38)
	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	pau-Brasil-verdadeiro	Nativa	1 (0,37)
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	canafístula	Nativa	1 (0,37)
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	guapuruvu	Nativa	2 (0,74)
	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	amendoim-acácia	Exótica	1 (0,37)
	<i>Zygia inundata</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	-----	Nativa	1 (0,37)
<b>Lauraceae</b>	<i>Persea americana</i> Mill.	abacateiro	Exótica	5 (1,84)
<b>Magnoliaceae</b>	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	magnólia-amarela	Exótica	2 (0,74)
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Malpighia emarginata</i> DC	acerola	Exótica	1 (0,37)
<b>Malvaceae</b>	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	paineira	Nativa	1 (0,37)
<b>Melastomataceae</b>	<i>Pleroma granulosum</i> (Dest.) D. Don	quaresmeira	Nativa	32 (11,73)
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	mélia, amargoseira	Exótica invasora	24 (8,8)
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus benjamina</i> L.	figueira-benjamim	Exótica	2 (0,74)
	<i>Ficus variegata</i> Blume	ficus, figueira	Exótica	5 (1,84)
	<i>Morus nigra</i> L.	amora-negra	Exótica	8 (2,94)
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	Nativa	5 (1,84)
	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	Naturalizada	4 (1,47)
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	jambo-rosa	Exótica	1 (0,37)
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	primavera	Nativa	8 (2,94)
<b>Pandanaceae</b>	<i>Pandanus</i> sp.	pândano	Exótica	6 (2,2)
<b>Rosaceae</b>	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	nespera, ameixa-amarela	Exótica	5 (1,84)

continua...

conclusão.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	ORIGEM	N (%)
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	limoeiro	Exótica	3 (1,1)
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	murta	Exótica	7 (2,57)
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	chorão	Exótica cultivada	1 (0,37)
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	sabão-de-soldado	Nativa	1 (0,37)
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	13 (4,77)

Fonte: Próprios autores.

### 3.5. Análise de redução de ruído

#### 3.5.1. Modelos de cálculo de nível sonoro equivalente

Por meio da aplicação das Equações 1, 2 e 3, os valores obtidos em campo foram 73,7 dB(A) e 62,5 dB(A) para as áreas contíguas à rodovia e ao corredor de vegetação, respectivamente. Na mesma ordem, segundo o modelo aplicado, os valores dos  $L_{Aeq}$  foram 77,5 dB(A) e 68,4 dB(A). Os resultados distintos demonstraram que o valor estimado corresponde, em energia, a 2,4 vezes o verificado na medição, enquanto que para o corredor este valor equivale a 3,9 vezes, representando uma diferença de 55% e 97%, respectivamente. Possivelmente, a maior diferença do valor estimado deve-se pela atenuação combinada da área devido a presença da vegetação urbana, uma vez que as áreas são semelhantes e distinguem-se apenas pela presença deste atributo e do fluxo de veículos. Tal achado pode demonstrar a relação entre a existência de uma faixa de vegetação e a diminuição do nível sonoro (KARBALAEI *et al.*, 2015; TIAGY; KUMA; JAIN, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

#### 3.5.2. Prevalência

A determinação da prevalência demonstrou a existência de associação significativa entre a exposição ao ruído do tráfego na rodovia BR-459 e o nível elevado de incômodo e a má qualidade do sono garantida pela aplicação do MSQ, se comparado com a área protegida pelo corredor de vegetação (Tabela 5). Isso pode significar que o corredor de vegetação existente na área é eficiente na melhoria da saúde coletiva, uma vez que atenua agravos relacionados à exposição ao ruído urbano e ao grande movimento de veículos nas cidades.

**Tabela 5** – Prevalência dos dados levantados pelo subconjunto de questionários, considerando as seguintes variáveis existência de incômodo, o nível elevado de incômodo, a percepção da qualidade do sono, a má qualidade do sono e o uso de remédios e tranquilizantes para dormir distribuídas pelo corredor e pela rodovia BR-459.

VARIÁVEIS	PREVALÊNCIA N (%)		p
	CORREDOR	RODOVIA BR-459	
<b>Incomodados</b>	5 (45,5)	9 (66,7)	0,305
<b>Incômodo elevado</b>	0 (0,0)	6 (50,0)	0,006
<b>Percepção de interferência na qualidade do sono pelo ruído do tráfego</b>	3 (27,3)	5 (41,7)	0,469
<b>Má qualidade do sono</b>	3 (27,3)	8 (66,7)	0,059
<b>Faz uso de remédios e tranquilizantes para dormir</b>	1 (9,1)	2 (16,7)	0,590

Fonte: Próprios autores.

Tal resultado vai de encontro aos estudos realizados por Ragetti *et al.* (2015), Schäffer *et al.* (2020) e Paiva, Cardoso e Zannin (2019), que demonstraram que o tráfego rodoviário é um dos principais causadores de incômodo na população urbana. Conforme Welch *et al.* (2013), residir próximo a uma rodovia pode causar maior incômodo do que aqueles que não vivem nestas áreas. Os resultados encontrados com os sujeitos da pesquisa corroboram os achados de Koprowska *et al.* (2018), que demonstraram o papel da vegetação urbana como uma barreira sonora, interferindo na diminuição da percepção subjetiva do incômodo causado pela exposição ao ruído.

A exposição ao ruído também interfere na qualidade do sono, inclusive de indivíduos mais sensíveis a esta poluição (MARKS; GRIEFAHN, 2007). Dessa forma, a vegetação urbana existente na área analisada também pode ser eficiente na melhoria da qualidade do sono. A prevalência de sono constante por até 8 horas foi encontrada em locais com maior quantidade de espaços verdes (ASTELL-BURT; FENG; KOLT, 2013). Além disso, áreas mais vegetadas tendem a contribuir pela melhoria da qualidade do sono (XIE *et al.*, 2020).

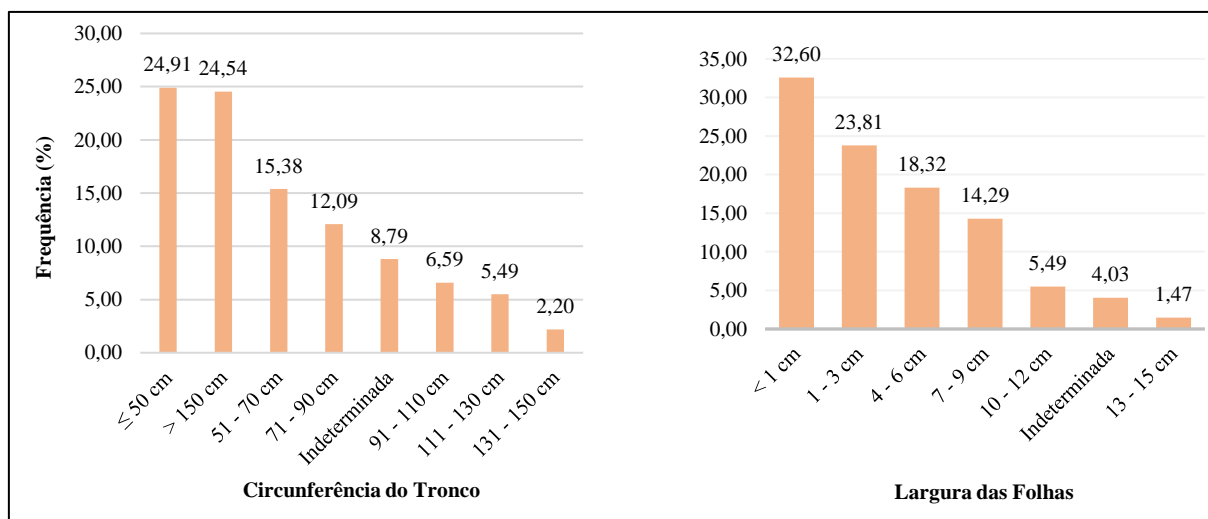
### 3.5.3. Teste de correlação do ranqueamento de Spearman

A altura pode estar diretamente correlacionada com a atenuação do ruído, sendo que indivíduos arbóreos mais altos proporcionam uma maior diminuição dos valores de nível sonoro (OLIVEIRA *et al.*, 2018; PORTO; JESUS; PEREIRA JUNIOR, 2018). Serão mais eficientes aqueles indivíduos arbóreos que forem capazes de desviar a onda sonora para cima, isto é, aquele que tenha altura menor que a da fonte emissora de ruído e superior em relação ao corpo

receptor, no caso, o ouvinte (PATHAK; TRIPATHI; MISHRA, 2011). Apesar de ser considerada uma redução de ruído limitada pelos autores, indivíduos entre 8 e 9 metros existentes no meio urbano tendem a absorver de 3 a 4 dB(A) (AVSAR; GONULLU, 2005). Van Renterghem *et al.* (2012) demonstraram a boa eficiência de indivíduos com alturas menores, sendo essencial o uso de várias barreiras para otimizar o efeito da atenuação do ruído.

Os resultados encontrados neste estudo referente ao porte demonstraram que 45,05% dos indivíduos arbóreos da área estudada eram do porte pequeno, 37,36% de porte grande e 17,58% de porte médio, não possuindo relação com o aumento do nível de ruído, já que não foi encontrada uma associação significativa ( $\rho = 0,5$ ;  $p > 0,05$ ) entre indivíduos arbóreos de porte maiores e valores maiores de pressão sonora.

Em relação ao tronco, existem algumas propriedades que estão correlacionadas com a absorção do ruído, como, por exemplo, a rugosidade da sua casca (LI *et al.*, 2020) e madeiras consideradas como sendo mais esponjosas (MADHAV, 2011). Apesar de Ow e Ghosh (2017) destacaram que, quanto maior a espessura do tronco, melhor a eficiência das barreiras vegetativas, Oliveira *et al.* (2018) encontraram resultados contrários, contendo, inclusive uma correlação negativa. Os valores encontrados no presente estudo (Figura 4) demonstraram uma associação significativa entre a circunferência do tronco e os valores de pressão sonora existentes na área ( $\rho = 0,7$ ;  $p < 0,05$ ), demonstrando que o corredor de vegetação estudado pode funcionar como uma barreira reflexiva do ruído existente, sendo necessário, assim, a realização de novos estudos na área que possam investigar tal associação.



**Figura 4** – Frequência em porcentagem da circunferência do tronco e da largura das folhas dos indivíduos arbóreos encontrados no trecho entre os bairros Porto Velho, Varginha e São Sebastião (Fonte: Próprios autores).

Além disso, existem evidências de que plantas com folhas muito grandes possuem a capacidade de absorver poluentes (PATHAK; TRIPATHI; MISHRA, 2011). Existem diferenças de absorção entre as diversas estações do ano, sendo que, no verão, árvores de folhas mais largas absorvem mais o ruído do que aquelas consideradas como sendo coníferas e, conseqüentemente, de folhas mais finas, já no outono e inverno este papel se inverte devido à queda de folhas pelos indivíduos que possuem este atributo como sendo mais largo (KARBALAEI *et al.*, 2015). A quantidade de indivíduos com folhas consideradas pequenas supera a de folhas mais largas (Figura 4), atendendo uma parcela de 56,41% dos dados levantados. Tal resultado não teve associação significativa ( $\rho = 0,0$ ;  $p > 0,05$ ) com o aumento da pressão sonora.

Apesar de não terem encontrado correlação entre o diâmetro da copa e a redução do ruído (PORTO; JESUS; PEREIRA JUNIOR, 2018), alguns estudos buscam demonstrar tanto que corredores de vegetação com larguras maiores possuem maior capacidade de atenuar o ruído, Karbalaei *et al.* (2015) constataram que 100 metros de largura em uma faixa verde promoviam maior atenuação do ruído, como, também, que a maior densidade das copas é um fator preponderante na atenuação do ruído e na absorção de poluentes atmosféricos (ISLAM *et al.*, 2012). Além disso, a maior densidade foliar pode demonstrar maior eficiência na atenuação do ruído (OZER; IRMAK; YILMAZ, 2007), podendo ser correlacionada com o porte do indivíduo de modo a otimizar tal funcionalidade, como, por exemplo, indivíduos com maior densidade e maior altura tende a atenuar as ondas sonoras (FANG; LING, 2003). Os achados demonstraram uma maior frequência de indivíduos arbóreos que continham copas consideradas pequenas (74,36%), 21,61% deles tinham copas médias e 4,03% eram grandes, não tendo uma associação significativa entre este parâmetro e o aumento dos níveis de pressão sonora ( $\rho = 0,3$ ;  $p > 0,05$ ).

Em relação aos indivíduos arbóreos do trecho analisado, foi observada a existência de algumas espécies capazes de atenuar o ruído, no entanto, com baixas frequências. Não foi observada associação significativa entre porte, larguras de copa e de folhas e o aumento dos níveis sonoros, podendo ser um indicativo de que estes fatores podem funcionar como atenuadores do ruído. A maior circunferência do tronco, contudo, possui associação significativa com o aumento dos níveis sonoros, indicando um provável funcionamento deste fator como barreira reflexiva de ruído.

#### **4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO**



Pelo fato de uma parte do estudo ter sido destinada a uma investigação da prevalência, algumas limitações precisam ser salientadas. A principal delas foi o viés de aferição, uma vez que a quantidade de questionários levantados partiu de estudos anteriores e foi limitada a um número insuficiente para a realização de análises mais consistentes. Outro viés é o de temporalidade, já que o incômodo, a qualidade do sono e a exposição ao ruído são consideradas simultaneamente, podendo haver uma dificuldade dos sujeitos da pesquisa em diferenciar a causa e os efeitos (KELSEY; THOMPSON; EVANS, 1986). Pelos participantes, terem sido selecionados de forma aleatória, não tendo uma definição por parte do pesquisador, o viés de seleção possivelmente não teve interferência na realização deste trabalho (COUTINHO, 1998).

A localização das áreas estudadas também foi uma limitação do estudo, uma vez que, para realizar uma análise estatística que demonstrasse a associação entre o corredor de vegetação e a atenuação ao ruído, seria necessário utilizar áreas que tivessem o fluxo de veículos semelhantes. Apesar de haver um corredor de vegetação, o fluxo de veículos na via protegida por ele é inferior quando comparado ao da rodovia.

É válido destacar que as medições realizadas podem apresentar um viés de temporalidade e aferição, já que as medições foram realizadas durante o período de isolamento social causado pela pandemia da COVID-19.

Em relação aos indivíduos arbóreos levantados, para haver um isolamento dos seus atributos e das espécies levantadas em relação à eficiência da atenuação ao ruído, seria necessário realizar a coleta de dados em dois períodos distintos do ano, levando em consideração as estações seca e chuvosa e a existência de espécies caducifólias, que possam interferir nos resultados encontrados. Além disso, para a realização de estudos futuros sugere-se a utilização da área basal como medida de densidade do povoamento e da largura das folhas para avaliar a vegetação urbana como atenuadora de ruído.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os níveis sonoros na região com maior trânsito de veículos e com inexistência de corredor de vegetação foram, naturalmente, superiores aos encontrados na área dotada de vegetação e com menor fluxo de veículos. A prevalência de muito incomodados na primeira área foi significativamente maior do que na área usada como comparação. Os indivíduos arbóreos na área de comparação foram identificados e catalogados.

Os resultados obtidos sobre a eficiência da vegetação são inconclusivos, pois se observou que por um lado, as circunferências dos troncos na área arborizada podem estar se comportando como uma barreira sonora, estimulando a reflexão e, por outro lado, os valores

encontrados na área arborizada, quando comparados com o modelo de predição, apontam para uma atenuação oferecida pelo corredor, sobretudo quando as duas áreas de estudo apresentarem configurações urbanas similares. Sendo assim, torna-se necessário a realização de novos estudos na área.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo à primeira autora. Ao Rodolfo dos Santos Fonseca, que auxiliou na coleta dos dados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. ALSP. **Aprovado projeto de lei que proíbe cultivo da murta.** 2008. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=260269>. Acesso em: 03 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 10.151/2019. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

ASTELL-BURT, T.; FENG, X.; KOLT, G. S. Does access to neighbourhood green space promote a healthy duration of sleep? Novel findings from a cross-sectional study of 259 319 Australians. **BMJ Open**, [s.l.], v. 3, n. 8, p. e003094, ago. 2013.

AVSAR, Y.; GONULLU, M. T. Determination of safe distance between roadway and school buildings to get acceptable school outdoor noise level by using noise barriers. **Building and Environment**, [s.l.], v. 40, n. 9, p. 1255-1260, set. 2005.

BECHER, A. The concept of residual confounding in regression models and some applications. **Statistics in Medicine**, [s.l.], v. 11, p. 1747-1758, 1992.

BEHAR, A.; PLENER, R. Noise exposure - sampling strategy and risk assessment. **American Industrial Hygiene Association Journal**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 105-109, 1984.

BENSEÑOR, I. M; LOTUFO, P. A. **Epidemiologia: abordagem prática.** 2ª ed. São Paulo: Sarvier; 2005. 400 p.

BRITO, L. A. P. F. de. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p.1095-1107, 3 ago. 2017.

COUTINHO, M. Princípios de epidemiologia clínica aplicada à cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 71, n. 2, p. 109-116, ago. 1998.

CRAWSHAW, J.; CHAMBERS, J. **A concise course in advanced level statistics with worked examples**. Cheltenham: Nelson Thornes. 2001.

DZHAMBOV, A. M.; DIMITROVA, D. D. Green spaces and environmental noise perception. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.1000-1008, 2015.

ECE, M.; TOSUN, İ.; EKINCI, K.; YALÇINDAĞ, N. S. Modeling of road traffic noise and traffic flow measures to reduce noise exposure in Antalya metropolitan municipality. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 1-10, 16 abr. 2018.

FALAVIGNA, A.; BEZERRA, M. L. de S.; TELES, A. R.; KLEBER, F. D.; VELHO, M. C.; SILVA, R. C. da; MAZZOCHIN, T.; SANTIN, J. T.; MOSENA, G.; BRAGA, G. L. de. Consistency and reliability of the Brazilian Portuguese version of the Mini-Sleep Questionnaire in undergraduate students. **Sleep and Breathing**, v. 15, n. 3, p. 351-355, 2010.

FANG, C. F.; LING, D. L. Investigation of the noise reduction provided by tree belts. **Landscape and Urban Planning**, [s.l.], v. 63, n. 4, p. 187-195, maio 2003.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. FHWA. Traffic noise model, technical manual. Washington: FHWA. 1998.

FLORA DO BRASIL ONLINE. FBO. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>; Acesso em: 16 maio 2019.

GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, S. R. Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracaju - Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 40-51, jul./dez. 2014.

GUSKI, R.; SCHRECKENBERG, D.; SCHUEMER, R. WHO environmental noise guidelines for the european region: a systematic review on environmental noise and annoyance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 14, n. 12, p.1539-1577, 8 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2000 CD 1.01 Questionário Básico**. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/censo/quest\\_basico.pdf](https://www.ibge.gov.br/censo/quest_basico.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Itajubá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama>. Acesso em: 29 out. de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Malhas territoriais municipais – MG e SP**. 2014. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2014/MG/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2014/MG/). Acesso em 12 nov. 2019.

ISLAM, M. N.; RAHMAN, K. S.; BAHAR, M. M.; HABIB, M. A.; ANDO, K.; HATTORI, N. Pollution attenuation by roadside greenbelt in and around urban areas. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 460-464, jan. 2012.

KARBALAEI, S. S.; KARIMI, E.; NAJI, H. R.; GHASEMPOORI, S. M.; HOSSEINI, S. M.; ABDOLLAHI, M. Investigation of the traffic noise attenuation provided by roadside green belts. **Fluctuation and Noise Letters**, [s.l.], v. 14, n. 04, p. 1550036, 9 nov. 2015.

KELSEY, J. L.; THOMPSON, W. D.; EVANS, A. S. **Methods in observational epidemiology**. New York: Oxford University Press; 1986, 366 p.

KOCHTITZKY, C. S.; FRUMKIN, H.; RODRIGUEZ, R.; DANNENBERG, A. L.; RAYMAN, J.; ROSE, K.; GILLIG, R.; KANTER, T. Urban planning and public health at CDC. **Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)**, [s.l.], v. 55, supl. 2, p.34-38, dez. 2006. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/su5502a12.htm>. Acesso em: 14 mar. 2020.

KOPROWSKA, K; ŁASZKIEWICZ, E.; KRONENBERG, J.; MARCIŃCZAK, S. Subjective perception of noise exposure in relation to urban green space availability. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 31, p.93-102, abr. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866717304119>. Acesso em: 27 nov. 2019.

LI, H. N.; CHAU, C. K.; TANG, S. K. Can surrounding greenery reduce noise annoyance at home?. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 20, p. 4376-4384, 2010.

LI, M.; VAN RENTERGHEM, T.; KANG, J.; VERHEYEN, K.; BOTTELDOOREN, D. Sound absorption by tree bark. **Applied Acoustics**, [s.l.], v. 165, p. 107328, ago. 2020.

MADHAV, J. V. Evaluation of the environmental noise level of sangamner city, and the study of sound absorption coefficient of wood of select trees to control noise level (march 5, 2012). **The IUP Journal of Environmental Sciences**, v. 5, n. 2, p. 37-46, maio 2011.

MARGARITIS, E.; KANG, J. Relationship between urban green spaces and other features of urban morphology with traffic noise distribution. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 15, p.174-185, 2016.

MARICATO, E. Metr pole, legisla o e desigualdade. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 17, n. 48, p.151-166, ago. 2003

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metr poles brasileiras. **São Paulo em Perspectiva**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.21-33, out. 2000.

MARKS, A.; GRIEFAHN, B. Associations between noise sensitivity and sleep, subjectively evaluated sleep quality, annoyance, and performance after exposure to nocturnal traffic noise. **Noise and Health**, [s.l.], v. 9, n. 34, p.1-7, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Avalia o e a oes prioritárias para a conserva o da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil/Funda o SOS Mata Atlântica/Funda o Biodiversitas/Instituto de Pesquisas Ecológicas/ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília, 2000. 45 p.

MIRANDA, R. S.; MACEDO, M. R. A. Mapa termo-acústico da região continental de Belém-PA: um instrumento de planejamento em busca da qualidade ambiental. **Revista Geoamazônia**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 85-95, 30 jun. 2014.

OLIVEIRA, J. D. de; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; REIS, A. R. N. dos; NESI, J. Atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas pela vegetação em Curitiba – Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.13-26, 7 dez. 2018.

OW, L. F.; GHOSH, S. Urban cities and road traffic noise: reduction through vegetation. **Applied Acoustics**, [s.l.], v. 120, p. 15-20, maio 2017.

OZER, S.; IRMAK, M. A.; YILMAZ, H. Determination of roadside noise reduction effectiveness of *Pinus sylvestris* L. and *Populus nigra* L. in Erzurum, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s.l.], v. 144, n. 1-3, p. 191-197, 25 out. 2007.

PAIVA, K. M.; CARDOSO, M. R. A.; ZANNIN, P. H. T. Exposure to road traffic noise: annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. **Science of the Total Environment**, v. 650, p. 978-986, 2019.

PATHAK, V.; TRIPATHI, B. D.; MISHRA, V. K. Dynamics of traffic noise in a tropical city Varanasi and its abatement through vegetation. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s.l.], v. 146, n. 1-3, p. 67-75, 18 dez. 2007.

PATHAK, V.; TRIPATHI, B. D.; MISHRA, V. K. Evaluation of anticipated performance index of some tree species for green belt development to mitigate traffic generated noise. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 61-66, jan. 2011.

PAZ, E. C. da; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.467-472, jun. 2005.

PORTO, M. L.; JESUS, E. dos S.; PEREIRA JUNIOR, A. Analysis of trends in the relationships between vehicle flow, afforestation, and noise intensity levels. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - Enflo**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 87, 3 jan. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. PMC. **Cartilha de arborização urbana Estância Balneária de Caraguatatuba**. 2016. Disponível em: [https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/wp-content/uploads/2016/11/cartilha\\_arborizacao\\_meio\\_ambiente.pdf](https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/wp-content/uploads/2016/11/cartilha_arborizacao_meio_ambiente.pdf). Acesso em: 19 maio 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDH Global 2014**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idh-global.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDHM Unidades da Federação 2010**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-uf-2010.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RAGETTLI, M. S.; GOUDREAU, S.; PLANTE, C.; PERRON, S.; FOURNIER, M.; SMARGIASSI, A. Annoyance from road traffic, trains, airplanes and from total environmental noise levels. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.90-102, 29 dez. 2015.

SAKIEH, Y.; JAAFARI, S.; AHMADI, M.; DANEKAR, A. Green and calm: Modeling the relationships between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 24, p.195-211, maio 2017.

SCHÄFFER, B.; BRINK, M.; SCHLATTER, F.; VIENNEAU, D.; WUNDERLI, J M. Residential green is associated with reduced annoyance to road traffic and railway noise but increased annoyance to aircraft noise exposure. **Environment International**, v. 143, p. 105885, 2020.

STEELE, C. A critical review of some traffic noise prediction models. **Applied Acoustics**, [s.l.], v. 62, n. 3, p. 271-287, 2001.

SURIANO, M. T.; SOUZA, L. C. L. de; SILVA, A. N. R. da. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 20, n. 7, p. 2201-2210, jul. 2015.

THE PLANT LIST. TPL. **Version 1.1**. 2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 06 abr. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SÃO PAULO. UNESP. Guia de arborização urbana. Disponível em: <https://www.registro.unesp.br/Home/graduacao5111/2017-guia-de-arborizacao-urbana-do-municipio-de-registro.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D. View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads. **Landscape and Urban Planning**, v. 148, p. 203-215, 2016.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D.; HORNIKX, M.; JEAN, P.; DEFRANCE, J.; SMYRNOVA, Y.; KANG, J. *In...* European Conference on Noise Control, 2012, Praga. Road traffic noise reduction by vegetated low noise barriers in urban streets. República Tcheca: Praga, 2012 p. 944-948.

WELCH, D.; SHEPHERD, D.; MCBRIDE, D.; DIRKS, K.; MARSH, S. Road traffic noise and health-related quality of life: a cross-sectional study. **Noise and Health**, v. 15, n. 65, p. 224-230, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Urban planning essential for public health**. 2010. Disponível em: [https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban\\_health\\_20100407/en/](https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/). Acesso em: 19 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Burden of disease from environmental noise**: quantification of healthy life years lost in Europe. 2011. Disponível em [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf). Acesso em: 05 abr. 2019.

XIE, Y.; XIANG, H.; DI, N.; MAO, Z.; HOU, J.; LIU, X.; HUO, W.; YANG, B.; DONG, G.; WANG, C. Association between residential greenness and sleep quality in Chinese rural population. **Environment International**, [s.l.], v. 145, p. 106100-22, dez. 2020.

ZOMER, J.; PELED, R.; RUBIN, A. H.; LAVIE, P. Mini Sleep Questionnaire (MSQ) for screening large population for EDS complaints. *In*: KOELLA, W.P.; RUETHER, E., SCHULZ, H. (eds.). Sleep'84: proceedings of the 7. European Congress on Sleep Research; 3-7 Sep 1984; Munich, Germany. Basel: Karger; 1985; p.469-70.

ZYTOON, M. Opportunities for environmental noise mapping in Saudi Arabia: a case of traffic noise annoyance in an urban area in Jeddah city. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 5, p. 496, 13 maio 2016.

## 4.2 MANUSCRITO 2

### EXPOSIÇÃO AO RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO

*Exposure to noise and urban vegetation: a study about annoyance*

**Maria Elisa Diniz Bucci<sup>1</sup>; Luiz Felipe Silva<sup>2</sup>; Luciana Botzelli<sup>3</sup>**

Artigo em processo de revisão de tradução para submissão na revista Desenvolvimento e Meio Ambiente (ISSN: 1518-952X)

#### RESUMO

A poluição sonora é um dos principais problemas ambientais encontrados nas cidades, gerando uma série de agravos relacionados à saúde coletiva, incluindo o incômodo e a interferência na qualidade do sono. O objetivo do estudo foi investigar a associação entre exposição ao ruído de tráfego rodoviário e incômodo e a influência da vegetação urbana em áreas do município de Itajubá/MG, abordando a legislação municipal pertinente. Foram utilizados dois instrumentos sobre a amostra de sujeitos: um questionário estrutura para investigar o incômodo da população em relação ao ruído proveniente do tráfego rodoviário e o *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ) utilizado para caracterizar os distúrbios relacionados à qualidade do sono. As análises dos dados obtidos pela aplicação dos questionários foram realizadas por meio da regressão logística. Foram encontradas associações significativas entre o indivíduo estar muito incomodado com o ruído do tráfego rodoviário e viver próximo a áreas ruidosas, a percepção que o ruído prejudique a qualidade do sono; a existência de distúrbios relacionados ao sono, a raça parda e o nível alto de escolaridade. Conclui-se que, pelos instrumentos utilizados, não foi encontrada associação quanto à percepção da vegetação como mediadora em relação à diminuição do incômodo pela exposição ao ruído. Sugere-se a realização de novos estudos na área.

**Palavras-chaves:** Poluição sonora; Saúde coletiva; Tráfego rodoviário; Corredores verdes.

#### ABSTRACT

Noise pollution is one of the main environmental problems found in cities, generating a series of problems related to public health, including discomfort and interference in the quality of sleep. The aim of the study was to investigate the association between exposure to noise from



road traffic and nuisance and the influence of urban vegetation in areas of the municipality of Itajubá/MG, addressing the pertinent municipal legislation. Two instruments were used on the sample of subjects: a questionnaire structure to investigate the discomfort of the population in relation to noise from road traffic and the Mini Sleep Questionnaire (MSQ) used to characterize disorders related to sleep quality. The analyzes of the data obtained by applying the questionnaires were performed using logistic regression. Significant associations were found between the individual being very uncomfortable with the noise of road traffic and living near noisy areas, the perception that the noise impairs the quality of sleep; the existence of sleep-related disorders, ethnicity and a high level of education. The study allows us to conclude that the vegetation does not act as a mediator of discomfort due to noise exposure, being necessary to carry out further studies in the area.

**Keywords:** Noise pollution; Collective health; Road traffic; Green corridors

## 1. INTRODUÇÃO

A adoção de um zoneamento urbano e políticas públicas favorecem a construção de ambientes mais saudáveis (WHO, 2010). O intenso tráfego rodoviário nas cidades contribui significativamente para a poluição sonora, causando severos danos à saúde da comunidade, dos problemas mais presentes nas cidades e que afeta a saúde coletiva. O ruído presente no meio urbano causa incômodo, estresse e diminuição do desempenho pessoal (BLUHM *et al.*, 2004), podendo causar deficiência auditiva, hipertensão e doenças isquêmicas do coração e distúrbios no sono (PASSCHIER-VERMEER; PASSCHIER, 2000).

O incômodo causado pelo ruído proveniente do tráfego rodoviário é destaque em estudos realizados em Curitiba, no Brasil (PAZ; FERREIRA; ZANNIN, 2005), em Montreal, no Canadá (RAGETTLI *et al.*, 2015) e em Frankfurt, na Alemanha (BEUTEL *et al.*, 2016). A exposição a longo prazo ao ruído pode, além de incomodar, causar irritabilidade e angústia (GUSKI; SCHRECKENBERG; SCHUEMER, 2017). Assim sendo, a poluição sonora acaba se tornando um importante problema de saúde pública (WHO, 2011) a ser controlado.

A implementação de áreas verdes no meio urbano pode contribuir para redução da poluição sonora, uma vez que pode funcionar tanto como barreira sonora como também diminuir a percepção subjetiva do incômodo causado pela exposição ao ruído (KOPROWSKA *et al.*,

2018). A presença de vegetação urbana em áreas do município de São Carlos, no Brasil, contribuiu na diminuição de 3 a 5 dB(A) no nível de ruído (LOPEZ; SOUZA, 2018).

A vegetação presente no meio urbano pode funcionar como um “*buffer*” psicológico em áreas com elevada poluição sonora (DZHAMBOV; DIMITROVA, 2015), uma vez que os sons da natureza presentes nestes locais contribuem para a redução do estresse e o surgimento de sentimentos agradáveis em pessoas que possuem contato ou frequentam estas áreas (SAKIEH *et al.*, 2017). Além disso, a percepção da existência de vegetação pode reduzir o incômodo e a irritação causados pela exposição ao ruído (LI; CHAU; TANG, 2010), sendo que o simples ato de visualizar a arborização presente em uma determinada área pode, até mesmo, aumentar significativamente a sensação de conforto (VAN RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2016).

A qualidade do sono também é afetada pela exposição ao ruído, principalmente naqueles indivíduos com sensibilidade maior em relação a esta poluição (MARKS; GRIEFAHN, 2007). Um ambiente agradável e silencioso é essencial para uma noite tranquila de sono, sem dificuldades para dormir (OUIS, 1999). Dessa forma, a vegetação urbana também pode contribuir por uma melhoria da qualidade do sono. Em localidades com maior quantidade de espaços considerados verdes tem sido encontrada uma prevalência de sono constante por até 8 horas (ASTELL-BURT; FENG; KOLT, 2013).

O objetivo do presente trabalho é, através de um estudo de caso, investigar a associação entre exposição ao ruído de tráfego rodoviário e a ocorrência de incômodo, considerando a influência da vegetação urbana e a percepção da população. Objetiva também abordar pontos da legislação municipal acerca da temática. A hipótese central da pesquisa parte do princípio de que a vegetação urbana funciona como um agente atenuador do incômodo.

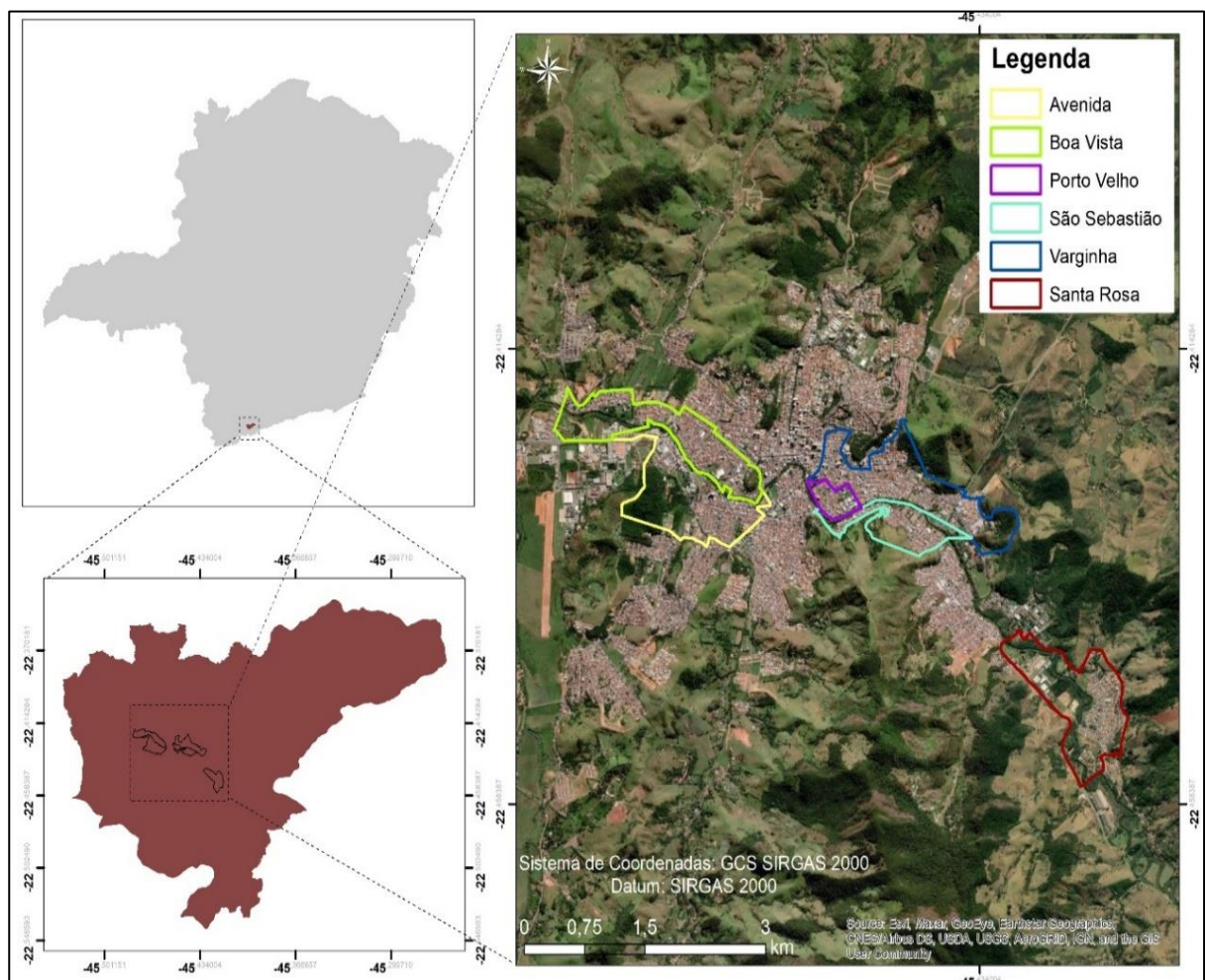
## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo de prevalência ou de desenho transversal, que analisa a vegetação urbana como mediadora na atenuação do incômodo devido à exposição ao ruído. Os estudos de prevalência são aqueles em que a população de indivíduos estudada é constituída por casos e não-casos de um dado agravo ou exposição, “constituindo-se em estudos transversais” (HOCHMAN *et al.*, 2005), que são aqueles “em que a causa e o efeito estão presentes no mesmo momento, que é o momento analisado” (CAMPANA, 1999).

### **2.2. Local de estudo**

Itajubá possui 294,835 km<sup>2</sup> de área de unidade territorial, uma população estimada, em 2019, de 96.869 habitantes, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,787, que é superior ao IDH brasileiro (PNUD, 2014) e mineiro (PNUD, 1910), 90,5% de cobertura de esgotamento sanitário, 40,3% das vias públicas urbanizadas, arborização em 50,1% de suas vias e inserida ao bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019). Este é considerado um *hotspot* mundial com alto grau de vulnerabilidade devido ao elevado grau de endemismo e diversidade de suas espécies, sendo estimado que este tipo de bioma abrigue de 1 a 8% da biodiversidade mundial (MMA, 2000). Localizada na mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais, no Brasil, Itajubá faz divisa apenas com municípios da mesma unidade federativa. O estudo foi realizado nos bairros Avenida, Boa Vista, Porto Velho, São Sebastião, Varginha e Santa Rosa (Figura 1).



**Figura 1** – Localização dos bairros analisados na área urbana no município de Itajubá/MG (Fonte: adaptado de IBGE, 2014).

### 2.3. Amostra de estudo

A população alvo foi constituída por moradores maiores de idade, com tempo de residência maior que um ano. Considerando um nível de confiança de 95%, prevalência esperada de 8,8% para indivíduos muito incomodados com o ruído (RAGETTLI *et al.*, 2015) e precisão absoluta requerida de 5%, a amostra compreendeu 150 moradores (LWANGA; LEMESHOW, 1991), sendo um respondente por residência. Foram aplicados 30 questionários dos moradores dos bairros Avenida, Boa Vista, São Sebastião e Santa Rosa, 15 no bairro Porto Velho e os 15 restantes no bairro Varginha. Tal divisão entre os bairros Porto Velho e Varginha ocorreu devido à dificuldade de encontrar pessoas aptas a participarem da pesquisa no bairro Porto Velho. Foi realizado um pré-teste do questionário com 15 indivíduos, como forma de validar as questões elaboradas a serem aplicadas.

As áreas foram escolhidas devido a existência de uma rodovia com elevado fluxo de veículos e um corredor de vegetação localizado próximo a esta via, sendo consideradas estratégicas para a realização deste trabalho. As áreas estudadas abrangem a rodovia federa BR-459, que corta o município, que é uma via de grande movimento de tráfego rodoviário urbano. Dessa forma, a região considerada como exposta ao ruído foi classificada de modo qualitativo pela proximidade das fachadas das residências às rodovia mencionada, enquanto que a região não exposta foi aquela constituída por residências afastadas das rodovia, em vias paralelas ou perpendiculares.

A vegetação presente nestes locais é mais observada na forma de mata ciliar do rio Sapucaí, sendo observados poucos indivíduos arbóreos presentes tanto nas vias quanto em algumas praças locais. No que se refere à proximidade do corredor de vegetação, foram consideradas expostas as residências cuja distância era de até 50 metros, independentemente de serem ou não expostas ao ruído de tráfego.

#### **2.4. Questionários**

Foram utilizadas questões previamente elaboradas pelos autores para levantar as características sociodemográficas e as respectivas percepções sobre o incômodo devido à exposição ao ruído, a intensidade deste incômodo e a relação deste agravo com a vegetação urbana existente na área próxima às residências. Dessa forma, a obtenção das respostas sobre o nível de incômodo partiu do seguinte questionamento: “Se o (a) senhor (a) se sente incomodado com o ruído proveniente do tráfego rodoviário, cite a intensidade deste incômodo”.

Para caracterizar o nível de qualidade do sono e o uso de remédios e tranquilizantes, foi utilizado o *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ), sendo que a codificação da qualidade do sono foi

dada pela somatória dos escores das respostas obtidas (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011). Além disso, foi realizado um questionamento específico sobre a percepção individual de interferência na qualidade do sono, sendo “O (A) senhor (a) acredita que haja uma interferência na qualidade do seu sono devido ao tráfego rodoviário presente na área?”.

Os questionários foram constituídos por 25 questões, das quais oito delas verificavam as características sociodemográficas (IBGE, 2010), duas sobre a existência e o nível de incômodo, quatro sobre a percepção da população em relação à vegetação e sua associação com a atenuação do incômodo (VAN RENTERGHEM; BOTTELDOOREN, 2016; LI; CHAU; TANG, 2010), uma relacionada à percepção individual sobre a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído e dez questões padronizadas do MSQ (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2011). A aplicação ocorreu durante os períodos matutinos e vespertinos do mês de outubro de 2020, sendo a amostra escolhida de forma aleatória, aplicando um questionário por residente. As residências foram selecionadas de modo a não serem imediatamente vizinhas, buscando ter um deslocamento de duas residências. Os fatores de exclusão foram a menoridade e o tempo de residência inferior a um ano.

Cada questão do MSQ compreende sete possibilidades de respostas, as quais variam de “nunca” até “sempre”. Dessa forma, foram atribuídos escores de um (“nunca”) a sete pontos (“sempre”), conforme a resposta dada pelos sujeitos da pesquisa. A má qualidade do sono foi caracterizada pela soma dos escores equivalentes ou superiores a 25 pontos, sendo que, quanto maior a pontuação, pior é a qualidade do sono do indivíduo.

## **2.5. Análise da associação**

A análise da associação foi conduzida pela aplicação da regressão logística múltipla, que teve como objetivo “estabelecer uma relação funcional entre uma das variáveis e as restantes” (BERQUÓ; SOUZA; GOTLIEB, 2006). Tal análise foi balizada pelo foco dado na presente pesquisa, que consistiu em saber se o incômodo proveniente da exposição ao ruído do tráfego rodoviário está associado “à resposta, livre do efeito de outras variáveis ou se depende de outras covariáveis”, sendo possível descrever a resposta “ao máximo através da explicação de sua variabilidade” (LUIZ, 2006). Por meio desta análise foi possível obter a Razão de Chances ou *Odds Ratio* (OR), cujo objetivo é o de “responder se a chance de desenvolver a doença no grupo de expostos é maior (ou menor) do que no grupo de não expostos” (KALE; COSTA; LUIZ, 2006).

As análises estatísticas dos dados obtidos pela aplicação dos questionários foram realizadas no *software* EPI Info ®. Foram atribuídos valores de fatores de risco (1) e de ausência de risco (0) para as variáveis trabalhadas (Quadro 1).

**Quadro 1** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.

<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>VARIÁVEL ESTUDADA</b>	<b>CODIFICAÇÃO</b>
Variável dependente	Intensidade do incômodo sentido	Muito incomodado (1); outras intensidades - nenhuma, leve, moderada e média - (0)
Variáveis independentes	Vegetação urbana como atenuadora de incômodo	Sim (0); Não (1)
	Nível de atenuação do incômodo devido a presença de vegetação urbana	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)
	Companheiro (a)	Sim (0); Não (1)
	Configuração residencial	Sozinho (a) (0); Com mais uma pessoa (0); Com mais duas pessoas (1); Com mais de duas pessoas (1)
	Escolaridade	Alfabetizado (0); Ensino Fundamental Incompleto (0); Ensino Fundamental Completo (0); Ensino Médio Incompleto (0); Ensino Médio Completo (1); Ensino Superior Incompleto (1); Ensino Superior Completo (1) Curso de Nível Técnico (1)
	Raça	Branca (0); Parda (1); Preta (0)
	Residência próxima a área vegetada.	Sim (0); Não (1)
	Percepção de que a vegetação próxima atenua o incômodo	Sim (0); Não (1)
	Qualidade do sono, conforme percepção individual	Sim (1); Não (0)
	Qualidade do sono, conforme MSQ	Somatório das variáveis $\geq 25$ (1); Somatório das variáveis $< 25$ (0)
	Quantidade de vegetação presente na área	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)
	Uso de remédios e tranquilizantes para dormir	Nunca (0); Muito raramente (0); Raramente (0); Às vezes (0); Frequentemente (1); Muito frequentemente (1); Sempre (1)
	Renda familiar	Até 1 SM * (0); Entre 1 e 2 SM (0); Entre 2 e 3 SM (0); Entre 3 e 4 SM (1); Entre 4 e 5 SM (1); Mais que 5 SM (1)

continua...

conclusão.

TIPO DE VARIÁVEL	VARIÁVEL ESTUDADA	CODIFICAÇÃO
Variáveis independentes	Viver próximo a áreas ruidosas	Sim (1); Não (0)
	Viver próximo a um corredor de vegetação	Sim (0); Não (1)
	Idade	Variável contínua, não categorizada
	Sexo	Feminino (1); Masculino (0)
	Tempo de residência	Entre 1 e 2 anos (0); Mais que 2 anos (1)

Fonte: Próprios autores.

Foi calculada a probabilidade de o indivíduo estar classificado como “muito incomodado (a)” (MAGNANI; TORRES; PEREIRA, 2006). Tal probabilidade de ocorrer a variável dependente (muito incomodado pelo ruído, isto é,  $\gamma = 1$ ) é dada pela Equação (1) representada a seguir:

$$Prob(\gamma = 1) = \frac{1}{1 - e^{-g(x)}} \quad (1)$$

sendo:

$$g(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i \quad (2)$$

em que:

$\beta_0$ : intercepto da equação;

$\beta_i$ : coeficiente estimado a partir do conjunto de dados pelo método da verossimilhança do modelo final;

$X_i$ : valor atribuído à variável independente.

## 2.6. Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Itajubá (FEPI), e aprovado por meio do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) correspondente a 29616020.4.0000.5559.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Caracterização da população estudada

A maioria da população estudada não vive em área exposta ao ruído gerado por tráfego de veículos (56,70% dos entrevistados). Apenas 36,0% dos sujeitos da pesquisa viviam até 50 metros de distância de um corredor de vegetação urbana. A maioria dos sujeitos da pesquisa que vivem em uma área ruidosa e a pelo menos 50 m de um corredor de vegetação está entre a faixa etária de 51 e 70 anos, é do sexo feminino, de raça branca, possui um companheiro, vive com mais de duas pessoas em sua residência, possui ensino médio completo, mora a mais que dois anos na área e possui renda de até três salários mínimos (Tabela 1).

**Tabela 1** – Número absoluto (N) e frequência em porcentagem (%) dos sujeitos da pesquisa, considerando aqueles que viviam próximo a áreas de elevado tráfego rodoviário (N Exposto) e próximo a um corredor de vegetação (N Vegetação).

VARIÁVEIS		N (%) TOTAL	N (%) EXPOSTO	N (%) VEGETAÇÃO
Idade (anos)	18 / – 31	17 (11,33)	7 (10,77)	6 (11,11)
	31 / – 51	45 (30,00)	16 (24,62)	20 (37,04)
	51 / – 71	68 (45,33)	35 (53,85)	20 (37,04)
	Mais que 70	20 (13,33)	7 (10,77)	8 (14,90)
Sexo	Feminino	92 (61,33)	42 (64,62)	32 (59,26)
	Masculino	58 (38,67)	23 (35,38)	22 (40,74)
Raça	Branca	106 (70,67)	51 (78,50)	38 (70,37)
	Parda	36 (24,00)	12 (18,50)	12 (22,22)
	Preta	8 (5,33)	2 (3,00)	4 (7,41)
Companheiro (a)	Sim	86 (57,33)	34 (52,31)	37 (68,52)
	Não	64 (42,67)	31 (47,69)	17 (31,48)
Configuração Residencial	Sozinho	19 (12,67)	11 (16,92)	4 (7,41)
	Com mais uma pessoa	39 (26,00)	16 (24,62)	16 (29,63)
	Com mais duas pessoas	29 (19,33)	11 (16,92)	11 (20,37)
	Com mais de duas pessoas	63 (42,00)	27 (41,60)	23 (42,59)
Escolaridade	Alfabetizado	2 (1,33)	2 (3,08)	0 (0,00)
	Ensino fundamental incompleto	16 (10,67)	1 (1,54)	7 (12,96)
	Ensino fundamental completo	31 (20,67)	14 (21,54)	12 (22,22)
	Ensino médio incompleto	12 (8,00)	6 (9,23)	6 (11,11)
	Ensino médio completo	46 (30,67)	24 (36,92)	16 (29,63)
	Curso técnico	5 (3,33)	3 (4,62)	0 (0,00)
	Ensino superior incompleto	14 (9,33)	6 (9,23)	3 (5,56)
Tempo de Residência	Ensino superior completo	24 (16,00)	9 (13,85)	10 (18,52)
	Entre um e dois anos	16 (10,67)	8 (12,31)	8 (14,81)
	Mais que dois anos	134 (89,33)	57 (87,69)	46 (85,19)

continua...



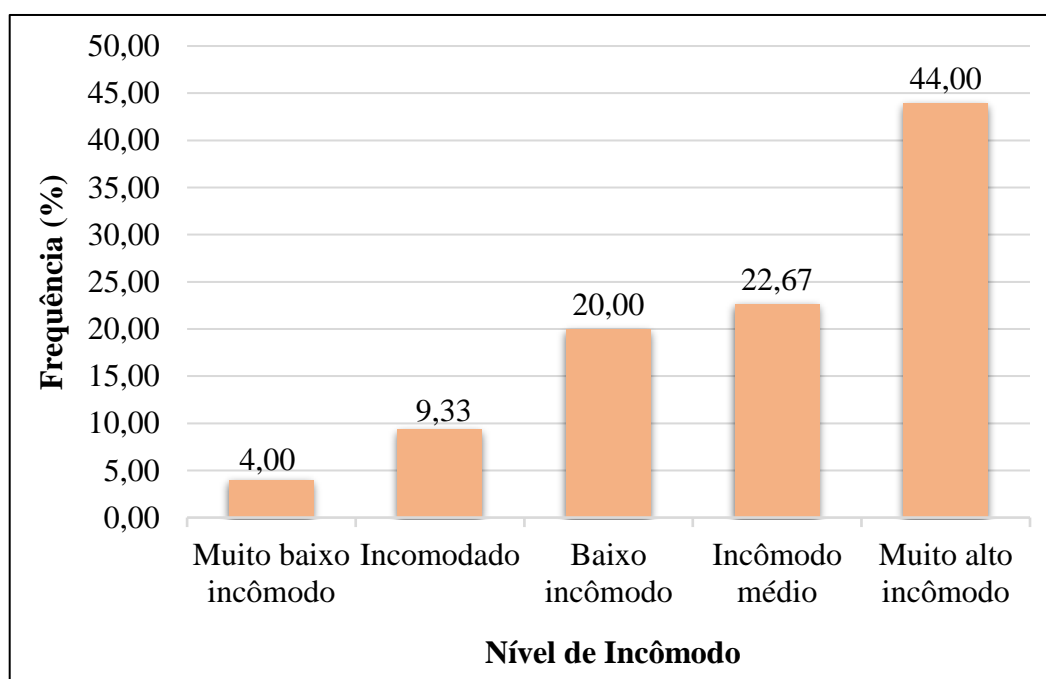
conclusão.

VARIÁVEIS		N (%) TOTAL	N (%) EXPOSTO	N (%) VEGETAÇÃO
Renda Familiar	Até R\$ 1.045,00	20 (13,33)	8 (12,31)	9 (16,67)
	R\$ 1.045,00 / – R\$ 2.090,00	42 (28,00)	18 (27,69)	13 (24,07)
	R\$ 2.090,00 / – R\$ 3.135,00	42 (28,00)	19 (29,23)	17 (31,48)
	R\$ 3.135,00 / – R\$ 4.180,00	24 (16,00)	12 (18,46)	7 (12,96)
	R\$ 4.180,00 / – R\$ 5.225,00	11 (7,33)	2 (3,08)	5 (9,26)
	Mais que R\$ 5.225,00	7 (4,67)	4 (6,15)	3 (5,56)
	Ignorado	4 (2,67)	2 (3,08)	0 (0,00)
Total	-----	150 (100,00)	65 (43,30)	54 (36,00)

Fonte: Próprios autores.

### 3.2. Caracterização do incômodo

Metade da população estudada destacou estar incomodada com o ruído presente na área em que habita. Destes, a grande maioria dos sujeitos da pesquisa descreveu estar de médio a muito incomodada (76,00%) com o ruído emitido pelo intenso fluxo de tráfego rodoviário próximo à sua residência (Figura 2). Tal resultado corrobora o resultado do estudo realizado por Paiva, Cardoso e Zannin (2019), que relatou que 48,4% dos entrevistados encontravam-se incomodados com o ruído no bairro Pinheiros, localizado na cidade de São Paulo/SP, sendo que 39,6% relataram alto grau de incômodo.



**Figura 2** – Frequência do nível de incômodo relatado da população estudada (Fonte: Próprios autores).

Da população que está em risco derivado à exposição ao ruído do tráfego rodoviário presente na área, isto é, aquela que classifica seu nível de incômodo de médio até elevado, foi verificada predominância daqueles que possuem uma faixa salarial familiar de até três salários mínimos (77,19%) (Tabela 2). O fato da população mais sensível ao ruído pertencer às classes mais baixas, quando se considera a menor renda familiar, pode ser um agravante apresentado, sendo necessário a realização de novos estudos na área que possam elucidar tal achado. Kohlhuber *et al.* (2006) pontuaram que populações mais vulneráveis economicamente tendem a estar mais expostas a riscos ambientais, incluindo a exposição à poluição sonora. Além disso, o acesso a um determinado recurso está associado à desigualdade na saúde física e mental, visto que a redução de inequidades na saúde está interligada a diversos fatores, inclusive, com uma “distribuição de poder mais igualitária” (DOVER; BELON, 2019).

**Tabela 2** – Número absoluto (N) e frequência em porcentagem (%) da caracterização da população incomodada com o nível de ruído proveniente do tráfego rodoviário presente nas áreas analisadas, em que IM representa os sujeitos médio incomodados, I os incomodados e IA aqueles muito incomodados na área estudada.

	VARIÁVEIS	N (%) IM	N (%) I	N (%) IA
Idade (anos)	18 / – 31	2 (11,76)	2 (28,57)	4 (12,12)
	31 / – 51	5 (29,41)	3 (42,86)	6 (18,18)
	51 / – 71	9 (52,94)	1 (14,29)	18 (54,55)
	Mais que 70	1 (5,88)	1 (14,29)	5 (15,15)
Sexo	Feminino	11 (64,71)	3 (42,86)	20 (60,61)
	Masculino	6 (35,29)	4 (57,14)	13 (39,39)
Raça	Branca	13 (76,47)	5 (71,43)	26 (78,79)
	Parda	4 (23,53)	2 (28,57)	4 (12,12)
	Preta	0 (0,00)	0 (0,00)	3 (9,09)
Companheiro (a)	Sim	10 (58,82)	5 (71,43)	16 (48,48)
	Não	7 (41,18)	2 (28,57)	17 (51,52)
Configuração Residencial	Sozinho	3 (17,65)	1 (14,29)	5 (15,15)
	Com mais uma pessoa	6 (35,29)	2 (28,57)	5 (15,15)
	Com mais duas pessoas	3 (17,65)	2 (28,57)	6 (18,18)
Escolaridade	Com mais de duas pessoas	5 (29,41)	2 (28,57)	17 (51,52)
	Alfabetizado	1 (5,88)	1 (14,29)	0 (0,00)
	Ensino fundamental incompleto	1 (5,88)	1 (14,29)	0 (0,00)
	Ensino fundamental completo	4 (23,53)	1 (14,29)	8 (24,24)
	Ensino médio incompleto	1 (5,88)	1 (14,29)	2 (6,06)
	Ensino médio completo	7 (41,18)	1 (14,29)	14 (42,42)
	Curso técnico	1 (5,88)	0 (0,00)	0 (0,00)
Ensino superior incompleto	1 (5,88)	1 (14,29)	4 (12,12)	
Ensino superior completo	1 (5,88)	1 (14,29)	5 (15,15)	

continua...

		conclusão.		
	VARIÁVEIS	N (%) IM	N (%) I	N (%) IA
Tempo de Residência	Entre um e dois anos	2 (11,76)	0 (0,00)	3 (9,09)
	Mais que dois anos	15 (88,24)	7 (100,00)	30 (90,91)
Renda Familiar	Até R\$ 1.045,00	1 (5,88)	0 (0,00)	3 (9,09)
	R\$ 1.045,00 / – R\$ 2.090,00	5 (29,41)	4 (57,14)	12 (36,36)
	R\$ 2.090,00 / – R\$ 3.135,00	7 (41,18)	3 (42,86)	9 (27,27)
	R\$ 3.135,00 / – R\$ 4.180,00	2 (11,76)	0 (0,00)	5 (15,15)
	R\$ 4.180,00 / – R\$ 5.225,00	1 (5,88)	0 (0,00)	2 (6,06)
	Mais que R\$ 5.225,00	0 (0,00)	0 (0,00)	1 (3,03)
	Ignorado	1 (5,8)	0 (0,00)	1 (3,03)
Total	-----	17 (22,67)	7 (9,33)	33 (44,00)

Fonte: Próprios autores.

### 3.3. Intensidade do incômodo

A hipótese central – de que a vegetação urbana funciona como um agente atenuador do incômodo – partiu de estudos que apontaram a vegetação urbana como sendo uma barreira acústica na redução do ruído (KOPROWSKA *et al.*, 2018) e do seu funcionamento como um “buffer” psicológico em áreas extremamente ruidosas (DZHAMBOV; DIMITROVA, 2015). A supressão da arborização urbana de um canteiro central em uma avenida de Palmas/TO para a criação de uma faixa de circulação de transporte coletivo afetou a qualidade de vida local, uma vez que estes indivíduos arbóreos atuavam como um filtro da poluição atmosférica e sonora (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA., 2018). Contudo, percepção da população estudada demonstrou que não existe associação significativa entre a existência de vegetação urbana e a diminuição do incômodo causado pela exposição ao ruído oriundo do tráfego rodoviário.

Viver próximo a regiões expostas ao ruído de tráfego rodoviário foi uma variável considerada significativa para a percepção do nível de incômodo dos sujeitos da pesquisa (Tabela 3). Alguns estudos demonstram que o intenso tráfego rodoviário é uma das principais fontes de ruído causadoras de incômodo existente nas cidades (RAGETTLI *et al.*, 2015, SCHÄFFER *et al.*, 2020, PAZ; FEIRREIRA; ZANNIN, 2005; PAIVA; CARDOSO; ZANNIN, 2019), sendo que residir próximo a uma rodovia pode causar maior incômodo do que aqueles que não vivem nestes locais (WELCH *et al.*, 2013). Pessoas que residem em regiões expostas ao ruído de tráfego possuem 13,68 vezes a chance de se sentirem muito incomodados com o ruído, se comparados com os demais com reações mais brandas (Tabela 3). Paiva, Cardoso e Zannin (2019) encontraram uma razão de chances quatro vezes maior para a ocorrência de incômodo relacionado ao tráfego rodoviário em áreas expostas ao ruído se comparadas com aquelas que não estão expostas.

**Tabela 3** – Modelo final, apresentando as variáveis significativas para sujeitos que se encontram muito incomodados com o ruído proveniente do tráfego rodoviário.

VARIÁVEIS	RAZÃO DE CHANCES	COEFICIENTE $\beta$	$p$
<b>Residir em região exposta ao ruído (ER)</b>	13,68	2,62	0,0001
<b>Percepção sobre a interferência na qualidade do sono (QS)</b>	11,94	2,48	0,0001
<b>Qualidade do sono, conforme MSQ (QSMSQ)</b>	14,06	2,64	0,0003
<b>Raça parda (RP)</b>	0,13	-2,05	0,0146
<b>Escolaridade alta (médio completo ao superior) (ESC)</b>	7,73	2,05	0,0053
<b>Idade (ID)</b>	1,05	0,05	0,0098
		$\beta_0 = -9,35$	

Fonte: Próprios autores.

Outros estudos correlacionam a existência de incômodo com a problemas relacionados à qualidade do sono (FYHRI; AASVANG, 2010; PAIVA; CARDOSO; ZANNIN, 2019) e à exposição ao ruído proveniente do tráfego rodoviário locais (WELCH *et al.*, 2013; PAIVA; CARDOSO; ZANNIN., 2019). A análise realizada demonstrou que indivíduos que percebem a interferência na qualidade do sono e que estão, de fato, com a qualidade do sono afetada segundo as respostas obtidas por meio do MSQ possuem 11,94 e 14,06 vezes a chance de estarem muito incomodados com o ruído do tráfego rodoviário, respectivamente, se comparado com os demais níveis padrão de sono, sejam os relacionados à percepção ou aferidos pelo MSQ (Tabela 3).

A raça também foi um achado na elaboração do modelo de regressão logística, sendo um fator de proteção para sujeitos de raça parda (Tabela 3). Isto significa que estar muito incomodado com o ruído não é tido como um fator de risco para os indivíduos desta raça. A distinção de grupos étnicos é um fator que favorece a reclamação “do barulho produzido uns pelos outros” (TONG; KANG, 2020). Pessoas brancas tinham maior probabilidade de estar expostas ao ruído proveniente de aeronaves e asiáticos aquele oriundo do tráfego rodoviário (TONNE *et al.*, 2018). Associações significativas entre asiáticos e negros e níveis elevados de ruído presente nas áreas urbanas também foi observado em estudo realizado nos Estados Unidos (CASEY *et al.*, 2017). Dessa forma, torna-se relevante a elaboração de novos estudos na área, que possam analisar a associação entre a desigualdade das variáveis raciais e a exposição ao ruído.

A exposição a níveis elevados de ruído e a decorrente existência de sintomas depressivos foram associados à baixa escolaridade em estudo realizado na Alemanha (ORBAN *et al.*, 2016).

Indivíduos com baixa escolaridade e com renda menor foram associados a níveis mais elevados de ruído noturno e diurno (CASEY *et al.*, 2017). Contudo, em outro estudo, foi encontrado que cidades com um maior número de habitantes com nível de escolaridade baixo tendem a ter menos incômodo em relação ao ruído (TONG; KANG, 2020). O achado deste estudo vai ao encontro de outro estudo realizado em Feira de Santana/BA (GONÇALVES FILHO; MORAES, 2004), por ter demonstrado que pessoas mais incomodadas com o ruído tendem a ter uma escolaridade mais alta, sendo 7,73 vezes a dos que apresentam nível escolar mais baixo (Tabela 3).

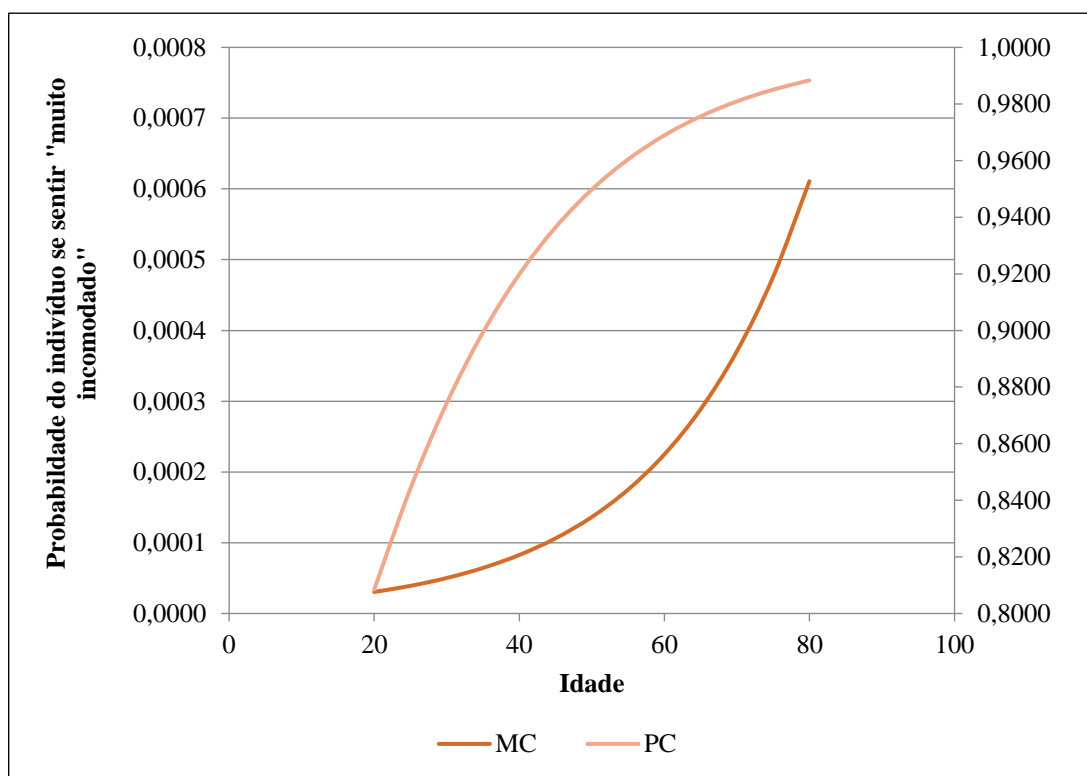
Os mais jovens tendem a se incomodar mais com o ruído do tráfego rodoviário urbano em Brasília/DF, tendo seus efeitos negativos sentidos de forma mais acentuada (NUNES; RIBEIRO, 2008), sendo um resultado divergente ao encontrado no atual estudo. DRATVA *et al.* (2010) encontraram uma diminuição na probabilidade de indivíduos mais velhos estarem incomodados com níveis de ruído elevados. Outro estudo, no entanto, demonstrou que indivíduos mais velhos tendem a ser mais sensíveis em relação ao ruído (SUNG *et al.*, 2017). A chance de apresentar-se como muito incomodado com a exposição ao ruído tende a crescer com a idade (Tabela 3).

Por meio do modelo elaborado e visualizado na Equação (3), foi possível notar que, quanto maior a idade, maior é a probabilidade de o sujeito se sentir muito incomodado com o ruído do tráfego rodoviário (Figura 3). Tal análise de probabilidade, apesar de ser contrária aos resultados obtidos em estudo realizado em Brasília/DF (NUNES; RIBEIRO, 2008), corrobora estudo realizado por Sung *et al.* (2017).

A probabilidade de o sujeito estar muito incomodo com o ruído do tráfego rodoviário, exposta na Figura 3, foi calculada de acordo com a Equação (1), considerando a Equação (2), obtida do modelo final e com base na Equação (3):

$$g(x) = -9,35 + 2,62ER + 2,48QS + 2,64QSMSQ + (-2,05)RP + 2,05ESC + 0,05ID \quad (3)$$

em que 32 cenários possíveis foram encontrados, mas apenas o melhor e o pior cenário foram apresentados a seguir:



**Figura 3** – Probabilidade de ocorrência de ser muito incomodado, considerando as variáveis significativas obtidas do modelo de regressão logística múltipla considerando o pior (PC) e o melhor cenário (MC) (Fonte: Próprios autores). Cenários adotados:

CENÁRIO	DESCRIÇÃO
MC	Não está exposto ao ruído, não percebe que o ruído do tráfego prejudica a qualidade do sono; não possui distúrbios relacionados ao sono, é da raça parda e possui nível de escolaridade baixo.
PC	Está exposto ao ruído, percebe que o ruído do tráfego rodoviário prejudica a qualidade do sono; possui distúrbios relacionados ao sono, não é da raça parda e possui nível de escolaridade alta.

### 3.4. Vegetação urbana e ruído

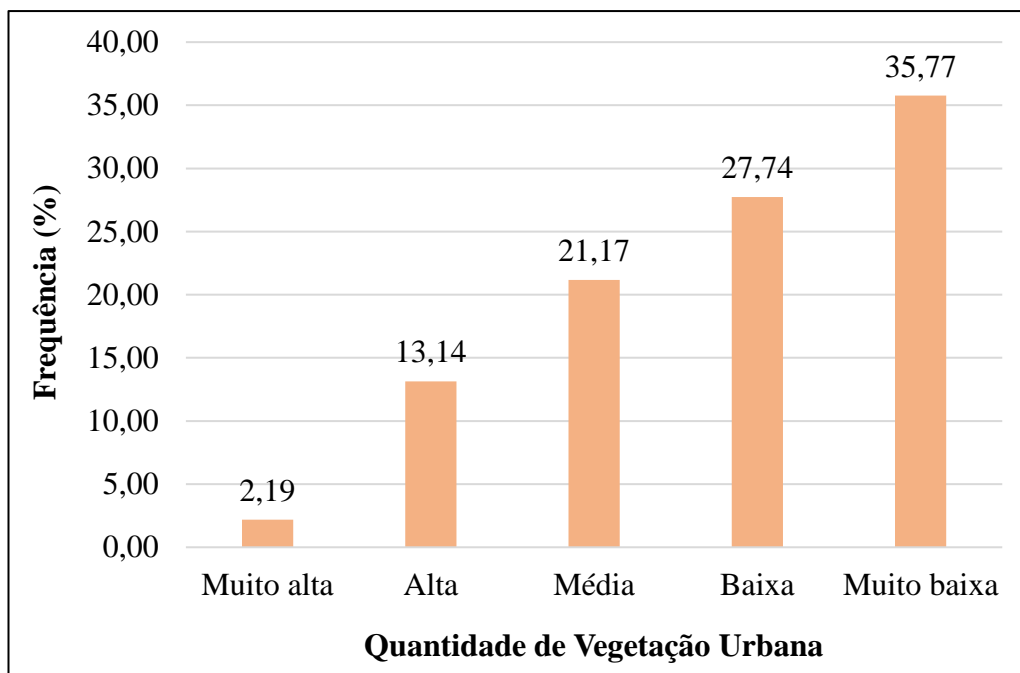
Não foram encontradas associações significativas entre a atenuação do incômodo e a existência de vegetação na área urbana analisada. Esse resultado demonstra a importância de realizar novos estudos sobre a temática, uma vez que apenas 36,0% dos sujeitos da pesquisa viviam próximo a áreas vegetadas, podendo ser um fator preponderante em relação à percepção individual sobre este atributo. Em Itajubá boa parte da vegetação urbana se apresenta como vegetação ciliar do Rio Sapucaí que atravessa parte da cidade. No interior tanto da área analisada como também dos demais bairros, a presença de indivíduos arbóreos é bem escassa, interferindo, até mesmo, na qualidade de vida do meio urbano, já que, conforme Amato-

Lourenço *et al.* (2016) este atributo é capaz de trazer tantos benefícios ambientais como também relacionados à saúde e ao bem-viver nas cidades.

Existem estudos que demonstram o aumento da frequência das atividades físicas dos frequentadores das áreas verdes urbanas (DADVAND *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2017; GOZALO *et al.*, 2018), a redução do estresse e o surgimento de sensações cativantes causadas pelos sons da natureza presentes nestes locais (SAKIEH *et al.*, 2017), o menor sedentarismo e a consequente redução da obesidade tanto em adultos (GHIMIRE *et al.*, 2017) quanto em crianças que moravam próximas a estes locais (DADVAND *et al.*, 2014), o aumento da longevidade em idosos que residiam próximos a espaços vegetados (TAKANO; NAKAMURA; WATANABE, 2002) e a redução da taxa de mortalidade em mulheres que também viviam próximas a estes locais (JAMES *et al.*, 2016).

Os dados encontrados sobre incômodo e qualidade do sono demonstraram o quanto a qualidade de vida da população é afetada pelo ruído do tráfego rodoviário. Viver próximo a áreas com intenso fluxo de veículos afeta a saúde coletiva, demonstra a má qualidade ambiental do local e causa severos transtornos à população, tornando necessária a discussão acerca da importância de implementar políticas públicas que tratem deste assunto. Em um estudo realizado em Curitiba/PR, os entrevistados pontuaram o ruído como sendo um fator ainda mais problemático do que o intenso tráfego rodoviário, a segurança e a violência presente nas cidades, interferindo diretamente na qualidade de vida (RIBAS; SCHIMID; RONCONI, 2010). Apesar de existir regimentos municipais relacionados à poluição sonora que visam o atendimento a conforto da comunidade de acordo com a “aceitabilidade” e o monitoramento do ruído em áreas habitadas do município (PMI, 2018), os habitantes que vivem próximos de rodovias e vias com intenso fluxo rodoviário, sentem-se constantemente incomodados e com a sua saúde agravada devido a exposição constante ao ruído, conforme demonstrado na Tabela 3 apresentada anteriormente.

Além disso, o atual Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá (PMI, 2019), além de garantir que as calçadas tenham condições para implantar a arborização, prevê a elaboração de um Plano Municipal de Arborização e a implementação de projetos que objetivem a arborização e o paisagismo do meio urbano. Salienta-se que a maioria dos sujeitos da pesquisa acreditam que existe muito pouca (35,77%) ou pouca vegetação próxima a sua residência (27,74%), sendo um agravante relacionado à deficiência da qualidade ambiental e a falta de associação entre este atributo e o incômodo e a interferência na qualidade do sono causado pela exposição ao ruído (Figura 4).



**Figura 4** – Frequência em porcentagem (%) da percepção dos sujeitos da pesquisa em relação a quantidade de vegetação urbana localizada próxima às respectivas residências (Fonte: Próprios autores).

Por fim, é importante destacar os impactos do incômodo na saúde coletiva. A exposição a longo prazo ao ruído em moradores de áreas barulhentas causa incômodo e interfere no seu comportamento, causando irritabilidade e angústia (GUSKI; SCHRECKENBERG; SCHUEMER, 2017). Além disso, o ruído do tráfego noturno interfere diretamente na qualidade do sono daqueles considerados sensíveis ao ruído (MARKS; GRIEFAHN, 2007), sendo necessário estar em um ambiente agradável e silencioso para se ter uma noite tranquila de sono, sem dificuldades para dormir e permanecer sem frequentes despertares (OUIS, 1999), já que “os distúrbios do sono podem influenciar fatores metabólicos e comportamentais” e necessitam de estratégias para melhorar a qualidade do sono (VELASQUEZ-MELENDEZ *et al.*, 2020).

Dessa forma, torna-se relevante mencionar que, apesar dos modelos encontrados não terem encontrado associação significativa entre vegetação urbana e a atenuação do agravo estudado, ainda assim é importante a implantação de indivíduos arbóreos no meio urbano como forma de proporcionar melhorias no meio ambiente como o embelezamento das vias, o conforto térmico, valorização cultural ocasionada pela presença da flora e fauna local, a diminuição do escoamento superficial, a diminuição da poluição sonora e do ar e na qualidade de vida da população, proporcionando bem-estar social e o bem-viver nas cidades.



#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O incômodo está diretamente relacionado à qualidade do sono, uma vez que, quanto mais intenso o incômodo, maior será a percepção da interferência na qualidade do sono causado pela exposição ao ruído. Além disso, viver em áreas expostas ao ruído de tráfego rodoviário contribui significativamente para a ocorrência de incômodo.

Apresentar incômodo elevado com o ruído tem associação não apenas com a qualidade do sono e com o viver próximo a áreas ruidosas, mas também com a raça, o alto nível de escolaridade e a idade. Tal achado é relevante, pois demonstra a necessidade de estudar a relação destes fatores sociodemográficos e econômicos com a exposição ao ruído, denotando, inclusive, as vulnerabilidades do meio e a exposição a riscos ambientais.

O tráfego rodoviário é uma das maiores fontes de ruído presente nas cidades, sendo necessária a adoção de políticas públicas que possam fiscalizar e delimitar limites de nível sonoro do meio urbano. Neste contexto, a construção de barreiras sonoras poderia contribuir pela atenuação dos agravos decorrentes da exposição ao ruído, sendo a vegetação urbana uma importante ferramenta na promoção de saúde e na melhoria da qualidade ambiental.

Não foi encontrada, neste estudo, associação significativa entre a vegetação presente nos bairros estudados e a atenuação do incômodo causado pela exposição ao ruído do tráfego rodoviário. Isto pode se dever ao posicionamento dos indivíduos arbóreos, a expressiva maioria concentrada na região ciliar do rio Sapucaí. Desta forma, não funcionam como um obstáculo entre as residências e o ponto de emissão de ruído. A falta de associação também pode se dever à escassez da vegetação ao longo dos logradouros nos locais avaliados. Neste sentido, sugere-se a realização de novos estudos na área, que possam contribuir com a discussão acerca do tema.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo à primeira autora. Ao colega Gabryell Tavares de Barbosa, que auxiliou na aplicação dos questionários.

#### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. de; SILVA FILHO, D. F. da; MAUAD, T. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 86, p.113-130, abr. 2016.

ASTELL-BURT, T.; FENG, X.; KOLT, G. S. Does access to neighbourhood green space promote a healthy duration of sleep? Novel findings from a cross-sectional study of 259 319 Australians. **BMJ Open**, [s.l.], v. 3, n. 8, p. e003094, ago. 2013.

BERQUÓ, E. S.; SOUZA, J. M. P DE; GOTLIEB, S. L. D. **Bioestatística**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 2. ed, 2006

BEUTEL, M. E.; JÜNGER, C.; KLEIN, E. M.; WILD, P.; LACKNER, K; BLETTNER, M.; BINDER, H.; MICHAL, M.; WILTINK, J.; BRÄHLER, E.; MÜNDEL, T. Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population - the contribution of aircraft noise. **Plos One**, [s.l.], v. 11, n. 5, p.1-10, 19 maio 2016.

BLUHM, G.; NORDLING, E.; BERGLIND, N. Road traffic noise and annoyance - An increasing environmental health problem. **Noise and Health**, [s.l.], v. 6, n. 24, p.43-49, jul. 2004.

CAMPANA, A. O. Metodologia da investigação científica aplicada à área biomédica: 2. investigações na área médica. **Jornal de Pneumologia**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 84-93, abr. 1999.

CASEY, J. A.; MORELLO-FROSCH, R.; MENNITT, D. J.; FRISTRUP, K.; OGBURN, E. L.; JAMES, P. Race/ethnicity, socioeconomic status, residential segregation, and spatial variation in noise exposure in the Contiguous United States. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 125, n. 7, p. 077017, 2017.

DADVAND, P.; BARTOLL, X.; BASAGAÑA, X.; DALMAU-BUENO, A.; MARTINEZ, D.; AMBROS, A.; CIRACH, M.; TRIGUERO-MAS, M.; GASCON, M.; BORRELL, C.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Green spaces and general health: roles of mental health status, social support, and physical activity. **Environment International**, Amman, v. 91, [s.n.], p.161-167, maio 2016.

DADVAND, P.; VILLANUEVA, C. M.; FONT-RIBERA, L.; MARTINEZ, D.; BASAGAÑA, X.; BELMONTE, J.; VRIJHEID, M.; GRAŽULEVIČIENĖ, R.; KOGEVINAS, M.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Risks and Benefits of Green Spaces for Children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 122, n. 12, p. 1329-1335, dez. 2014.

DOVER, D. C.; BELON, A. P. The health equity measurement framework: a comprehensive model to measure social inequities in health. **International Journal for Equity in Health**, [s.l.], v. 18, n. 1, 2019.

DRATVA, J.; ZEMP, E.; DIETRICH, D. F.; BRIDEVAUX, P. O.; ROCHAT, T.; SCHINDLER, C.; GERBASE, M. W. Impact of road traffic noise annoyance on health-related quality of life: results from a population-based study. **Quality of Life Research**, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 37-46, 2010.

DZHAMBOV, A. M.; DIMITROVA, D. D. Green spaces and environmental noise perception. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.1000-1008, 2015.

FALAVIGNA, A.; BEZERRA, M. L. de S.; TELES, A. R.; KLEBER, F. D.; VELHO, M. C.; SILVA, R. C. da; MAZZOCHIN, T.; SANTIN, J. T.; MOSENA, G.; BRAGA, G. L. de. Consistency and reliability of the Brazilian Portuguese version of the Mini-Sleep Questionnaire in undergraduate students. **Sleep and Breathing**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 351-355, 24 jul. 2010.

FYHRI, A.; AASVANG, G. M. Noise, sleep and poor health: modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 408, n. 21, p. 4935-4942, 2010.

GHIMIRE, R.; FERREIRA, S.; GREEN, G. T.; POUDYAL, N. C.; CORDELL, H. K.; THAPA, J. R. Green space and adult obesity in the United States. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 136, p. 201-212, jun. 2017.

GONÇALVES-FILHO, A. P.; MORAES, L. R. S. Análise do incômodo causado pelo ruído urbano em logradouros da cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil. **Revista de Acústica e Vibrações**, [s.l.], n. 34, v. 28-34, 2004.

GOZALO, G. R.; MORILLAS, J. M. B.; GONZÁLEZ, D. M.; MORAGA, P. A. Relationships among satisfaction, noise perception, and use of urban green spaces. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 624, [s.n.], p.438-450, maio 2018.

GUSKI, R.; SCHRECKENBERG, D.; SCHUEMER, R. WHO environmental noise guidelines for the european region: a systematic review on environmental noise and annoyance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 14, n. 12, p.1539-1577, 8 dez. 2017.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F. X.; OLIVEIRA FILHO, R. S. de; FERREIRA, L. M. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirurgica Brasileira**, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 2-9, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2000 CD 1.01 Questionário Básico**. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/censo/quest\\_basico.pdf](https://www.ibge.gov.br/censo/quest_basico.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Itajubá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama>. Acesso em: 29 out. de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Malhas territoriais municipais – MG e SP**. 2014. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2014/MG/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2014/MG/). Acesso em 12 nov. 2019.

JAMES, P.; HART, J. E.; BANAY, R. F.; LADEN, F. Exposure to greenness and mortality in a nationwide prospective cohort study of women. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 124, n. 9, p. 1344-1352, set. 2016.

KALE, P. L.; COSTA, A. J. L.; LUIZ, R. R. Medidas de efeito e medidas de associação. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 115-123, 2006.

KOHLHUBER, M.; MIELCK, A.; WEILAND, S. K.; BOLTE, G. Social inequality in perceived environmental exposures in relation to housing conditions in Germany. **Environmental Research**, [s.l.], v. 101, n. 2, p. 246-255, 2006.

KOPROWSKA, K; ŁASZKIEWICZ, E.; KRONENBERG, J.; MARCIŃCZAK, S. Subjective perception of noise exposure in relation to urban green space availability. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 31, p.93-102, abr. 2018.

LI, H. N.; CHAU, C. K.; TANG, S. K. Can surrounding greenery reduce noise annoyance at home?. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 20, p. 4376-4384, 2010.

LIU, H.; LI, F.; LI, J.; ZHANG, Y. The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China. **Journal of Environmental Management**, Amman, v. 190, [s.n.], p.223-230, abr. 2017.

LOPEZ, G. A. P.; SOUZA, L. C. L. de. Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 4, p.161-175, out. 2018.

LUIZ, R. R. Associação estatística em epidemiologia. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 309-334, 2006.

LWANGA, S. K.; LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual**. Geneva: World Health Organization, 1991. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40062/9241544058\\_p1-p22.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40062/9241544058_p1-p22.pdf). Acesso em: 22 nov. 2019.

MAGNANI, M. M. F.; TORRES, T. Z. G. de; PEREIRA, B. de B. Probabilidade e distribuições de probabilidade. MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 245-258, 2006.

MARKS, A.; GRIEFAHN, B. Associations between noise sensitivity and sleep, subjectively evaluated sleep quality, annoyance, and performance after exposure to nocturnal traffic noise. **Noise and Health**, [s.l.], v. 9, n. 34, p.1-7, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil/Fundação SOS Mata Atlântica/Fundação Biodiversitas/Instituto de Pesquisas Ecológicas/ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília, 2000. 45 p.

NUNES, M.; RIBEIRO, H. Interferências do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida: zona residencial de Brasília/DF. **Cadernos Metr pole**, n. 19, p. 319-338, 2008.

ORBAN, E.; MCDONALD, K.; SUTCLIFFE, R.; HOFFMANN, B.; FUKS, K. B.; DRAGANO, N.; VIEHMANN, A.; ERBEL, R.; J CKEL, K. H.; PUNDT, N. Residential road traffic noise and high depressive symptoms after five years of follow-up: results from the heinz nixdorf recall study. **Environmental Health Perspectives**, v. 124, n. 5, p. 578-585, 2016.

OUIS, D. Exposure to nocturnal road traffic noise: sleep disturbance its after effects. **Noise and Health**, [s.l.], v. 1, n. 4, p.11-36, jan. 1999.

PAIVA, K. M.; CARDOSO, M. R. A.; ZANNIN, P. H. T. Exposure to road traffic noise: annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 650, p. 978-986, fev. 2019.

PASSCHIER-VERMEER, W.; PASSCHIER, W. F. Noise exposure and public health. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 108, n. 1, p.123-131, mar. 2000.

PAZ, E. C. da; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.467-472, jun. 2005.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. de. Impacto da implantação do BRT na arborização da região central de Palmas, Tocantins. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, p. 211-228, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Decreto nº 6.906, de 8 de março de 2018. Regulamenta a Lei Municipal nº 3.200/2017, que dispõe sobre a perturbação do sossego. Itajubá/MG, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Lei nº 3.352, de 17 de dezembro de 2019. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá e dá outras providências. Itajubá/MG, 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDH Global 2014**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idh-global.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDHM Unidades da Federação 2010**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-uf-2010.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RAGETTLI, M. S.; GOUDREAU, S.; PLANTE, C.; PERRON, S.; FOURNIER, M.; SMARGIASSI, A. Annoyance from road traffic, trains, airplanes and from total environmental noise levels. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.90-102, 29 dez. 2015.

RIBAS, A.; SCHMID, AL.; RONCONI, E. Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos setores especiais estruturais da cidade de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 21, p. 183-199, 2010.

SAKIEH, Y.; JAAFARI, S.; AHMADI, M.; DANEKAR, A. Green and calm: Modeling the relationships between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 24, p.195-211, maio 2017.

SCHÄFFER, B.; BRINK, M.; SCHLATTER, F.; VIENNEAU, D.; WUNDERLI, J M. Residential green is associated with reduced annoyance to road traffic and railway noise but increased annoyance to aircraft noise exposure. **Environment International**, [s.l.], v. 143, p. 105885-13, out. 2020.

SUNG, J.; LEE, J.; JEONG, K.; LEE, S.; LEE, C.; JO, M. W.; SIM, C. Influence of transportation noise and noise sensitivity on annoyance: a cross-sectional study in South Korea. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 3, p. 322-330, 2017.

TAKANO, T.; NAKAMURA, K.; WATANABE, M. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces: the importance of walkable green spaces. **Journal of Epidemiology & Community Health**, [s.l.], v. 56, n. 12, p. 913-918, 1 dez. 2002.

TONG, H.; KANG, J. Relationships between noise complaints and socio-economic factors in England. **Sustainable Cities and Society**, p. 102573, nov. 2020.

TONNE, C.; MILÀ, C.; FECHT, D.; ALVAREZ, M.; GULLIVER, J.; SMITH, J.; BEEVERS, S.; ANDERSON, H. R.; KELLY, F. Socioeconomic and ethnic inequalities in exposure to air and noise pollution in London. **Environment International**, v. 115, p. 170-179, jun. 2018.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D. View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads. **Landscape and Urban Planning**, v. 148, p. 203-215, 2016.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D.; HORNIKX, M.; JEAN, P.; DEFRANCE, J.; SMYRNOVA, Y.; KANG, J. *In...* European Conference on Noise Control, 2012, Praga. Road traffic noise reduction by vegetated low noise barriers in urban streets. República Tcheca: Praga, 2012 p. 944-948.

VELASQUEZ-MELENDEZ, G.; ANDRADE, F. C. D.; MOREIRA, A. D.; HERNANDEZ, R.; VIEIRA, M. A. S.; FELISBINO-MENDES, M. Association of self-reported sleep disturbances with ideal cardiovascular health in Brazilian adults: a cross-sectional population-based study. **Sleep Health**, p. 1-9, 2020

WELCH, D.; SHEPHERD, D.; MCBRIDE, D.; DIRKS, K.; MARSH, S. Road traffic noise and health-related quality of life: a cross-sectional study. **Noise and Health**, v. 15, n. 65, p. 224-230, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Urban planning essential for public health**. 2010. Disponível em: [https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban\\_health\\_20100407/en/](https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/). Acesso em: 19 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Burden of disease from environmental noise**: quantification of healthy life years lost in Europe. 2011. Disponível em [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf). Acesso em: 05 abr. 2019.

ZOMER, J.; PELED, R.; RUBIN, A. H.; LAVIE, P. Mini Sleep Questionnaire (MSQ) for screening large population for EDS complaints. *In*: KOELLA, W.P.; RUETHER, E., SCHULZ, H. (eds.). Sleep'84: proceedings of the 7. European Congress on Sleep Research; 3-7 Sep 1984; Munich, Germany. Basel: Karger; 1985; p.469-70.

## 4.3 MANUSCRITO 3

### RUÍDO DE TRÁFEGO E QUALIDADE DO SONO: INVESTIGAÇÃO SOBRE A MEDIÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA

*Traffic noise and sleep quality: investigation on the mediation of urban vegetation*

**Maria Elisa Diniz Bucci<sup>1</sup>; Luiz Felipe Silva<sup>2</sup>; Luciana Botzelli<sup>3</sup>**

Artigo submetido à revista Saúde e Transformação Social (ISSN: 2178-7085)

#### RESUMO

O ruído urbano contribui para a ocorrência de uma série de agravos relacionados à saúde coletiva, sendo a interferência na qualidade do sono um deles. O objetivo deste estudo foi investigar a associação entre a exposição ao ruído do tráfego rodoviário e qualidade do sono, mediada pela vegetação urbana nos bairros Avenida, Boa Vista, Porto Velho, Varginha, São Sebastião e Santa Rosa do município de Itajubá, Minas Gerais. Sobre a amostra de sujeitos, dois instrumentos foram utilizados, a saber: um questionário fechado para explorar a percepção sobre interferência na qualidade do sono e o *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ) utilizado para caracterizar os distúrbios relacionados à qualidade do sono. As análises dos dados obtidos por ambos os instrumentos foram realizadas por regressão logística. Em relação à percepção, manifestação de incômodo pelo ruído de tráfego, viver com companheiro e tempo de residência superior a dois anos apresentaram associação significativa positiva, enquanto que idade, negativa. Intensidade do incômodo, baixa escolaridade, pequena concentração de vegetação e viver sozinho ou até com uma pessoa apresentaram associação significativa positiva com qualidade do sono aferida pela MSQ. Conclui-se que, pelo instrumento MSQ, a quantidade de vegetação está associada com a qualidade do sono da amostra analisada. Quanto à percepção não foi revelada esta associação.

**Palavras-chaves:** Poluição sonora; Saúde coletiva; Regiões arborizadas; Distúrbios do sono.

#### ABSTRACT

Urban noise contributes to the occurrence of a series of problems related to public health, with interference in sleep quality being one of them. The aim of this study was to investigate the association between exposure to road traffic noise and sleep quality, mediated by urban vegetation in Avenida, Boa Vista, Porto Velho, Varginha, São Sebastião and Santa Rosa



neighborhoods in the municipality of Itajubá, Minas Gerais. Regarding the sample of subjects, two instruments were used, namely: a closed questionnaire to explore the perception of interference in sleep quality and Mini Sleep Questionnaire (MSQ) used to characterize disorders related to sleep quality. The analyzes of the data obtained by both instruments were performed by logistic regression. In relation to perception, manifestation of discomfort due to traffic noise, living with a partner and residence time greater than two years, there was a significant positive association, while age, negative. Intensity of discomfort, low education, low concentration of vegetation and living alone or even with a person showed a significant positive association with quality of sleep as measured by MSQ. It is concluded that, by the MSQ instrument, the amount of vegetation is associated with the sleep quality of the analyzed sample. As for the perception, this association was not revealed.

**Keywords:** Noise pollution; Collective health; Green regions; Sleep disorders.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção de cidades mais saudáveis é potencializada pelo zoneamento urbano adequado e a adoção de políticas públicas (WHO, 2010). O urbanismo atual passou, então, a objetivar o bem-estar coletivo (SILVA, 2012), visando manter a qualidade ambiental e de vida. Uma das principais poluições que atinge o meio urbano é a sonora, sendo a exposição ao ruído urbano um relevante problema de saúde pública (WHO, 2011) a ser controlado.

Os veículos automotores presentes nas cidades são uma importante fonte de poluição sonora, causando danos à saúde coletiva. O ruído proveniente do tráfego rodoviário está associado diretamente à ocorrência de incômodo (PAZ; FERREIRA; ZANNIN, 2005; RAGETTLI *et al.*, 2015; BEUTEL *et al.*, 2016; SCHÄFFER *et al.*, 2020; PAIVA; CARDOSO; ZANNIN, 2019), de hipertensão e de distúrbios relacionados ao sono (PASSCHIER-VERMEER; PASSCHIER, 2000). Dessa forma, o transporte necessita da implementação de medidas e ferramentas que possam diminuir os riscos relacionados ao tráfego veicular do meio urbano.

O uso de barreiras sonoras passa a ser, então, uma importante ferramenta para a atenuação do ruído presente no meio urbano. Uma dessas barreiras é a vegetação urbana, que atua tanto de forma direta na atenuação do nível de ruído quanto na percepção subjetiva do incômodo causado pelo ruído (KOPROWSKA *et al.*, 2018). Além disso, a vegetação urbana

atua diretamente na qualidade do sono da população, uma vez que foi notada uma prevalência de sono constante por mais tempo em localidades com maior concentração de espaços verdes (ASTELL-BURT; FENG; KOLT, 2013).

A promoção de saúde ocasionada pela vegetação presente no meio urbano tem sido objeto de estudo. Existem estudos que demonstram o aumento das atividades físicas dos frequentadores das áreas verdes urbanas (DADVAND *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2017; GOZALO *et al.*, 2018), o menor sedentarismo e a consequente redução da obesidade em adultos (GHIMIRE *et al.*, 2017) e em crianças que residiam próximas a uma área verde (DADVAND *et al.*, 2014); a melhoria da saúde mental devido aos sentimentos agradáveis causados pelos sons da natureza presentes nestes espaços (SAKIEH *et al.*, 2017); o aumento da esperança de vida entre idosos (TAKANO; NAKAMURA; WATANABE, 2002) e a redução da taxa de mortalidade em mulheres (JAMES *et al.*, 2016) que viviam em regiões com estas características.

O objetivo do presente trabalho foi investigar a associação entre a exposição ao ruído do tráfego rodoviário, qualidade do sono e a influência da vegetação urbana. A hipótese central da pesquisa parte do princípio de que a vegetação urbana age como um mediador na melhoria da qualidade do sono.

## **2. PERCURSO METODOLÓGICO**

### **2.1. Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo de prevalência de desenho transversal, que analisa a interferência na qualidade do sono devido à exposição ao ruído. Os estudos de prevalência são aqueles em que a população de indivíduos estudada é constituída por casos e não-casos de um dado agravo ou exposição, “constituindo-se em estudos transversais” (HOCHMAN *et al.*, 2005), onde “a causa e o efeito estão presentes no mesmo momento que é o momento analisado” (CAMPANA, 1999).

### **2.2. Local de estudo**

Itajubá é um município localizado na mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais, fazendo divisa apenas com municípios da mesma unidade federativa. Sua população estimada é de 96.869 habitantes, possui Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,787, que é superior ao brasileiro (PNUD, 2014) e ao mineiro (PNUD, 2010), tendo 50,1% de suas

vias arborizadas. Está inserido no bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019), que é considerado um *hotspot* mundial com alto grau de vulnerabilidade devido ao elevado grau de endemismo e diversidade de suas espécies (MMA, 2000). Em 2018, Itajubá tinha uma frota de 48.227 veículos (IBGE, 2019).

As áreas foram escolhidas devido a existência de uma rodovia com elevado fluxo de veículos e um corredor de vegetação localizado próximo a esta via, sendo consideradas estratégicas para a realização deste trabalho. As áreas estudadas abrangem a rodovia federal BR-459, que corta o município, e é de grande movimento de tráfego rodoviário urbano. A vegetação presente nestes locais é mais observada na forma de mata ciliar do rio Sapucaí, sendo observados poucos indivíduos arbóreos presentes tanto nas vias quanto em algumas praças locais.

A região considerada como exposta ao ruído foi classificada de modo qualitativo pela proximidade das fachadas das residências à rodovia mencionada, enquanto que a região não exposta foi aquela constituída por residências afastadas da rodovia, em vias paralelas ou perpendiculares. No que se refere à proximidade do corredor de vegetação, foram consideradas expostas as residências cuja distância era de até 50 metros, independentemente de serem ou não expostas ao ruído de tráfego. O ruído proveniente do tráfego rodoviário presente na área já demonstra a possível ocorrência de distúrbios relacionados ao sono (SYGNA *et al.*, 2014).

### **2.3. Caracterização da amostra de estudo**

Considerando um nível de confiança de 95%, uma prevalência esperada de má qualidade de sono de 9,60% (SYGNA *et al.*, 2014) e uma precisão absoluta requerida de 5% (LWANGA; LEMESHOW, 1991), a amostra compreendeu 150 moradores dos bairros Avenida, Boa Vista, Porto Velho, São Sebastião, Varginha e Santa Rosa, escolhidos aleatoriamente, tendo como critério de exclusão, indivíduos menores de idade e que residiam há menos de um ano no local. Foi aplicado um questionário por residência, sendo 30 questionários aos moradores nos bairros Avenida, Boa Vista, São Sebastião e Santa Rosa, 15 no bairro Porto Velho e os 15 restantes no bairro Varginha. Esta divisão entre os bairros Porto Velho e Varginha foi feita devido à dificuldade de encontrar residentes aptos a responderem no primeiro bairro. Além disso, como forma de validação das questões a serem abordadas, foi realizado um pré-teste do questionário com 15 indivíduos.

### **2.4. Questionários**

Foram utilizadas questões que abordassem as características sociodemográficas da população e sua percepção sobre qualidade do sono, validando tal percepção por meio do *Mini Sleep Questionnaire* (MSQ), uma vez que ele investiga a ocorrência de alguns distúrbios da qualidade do sono por meio de escores atribuídos às respostas obtidas (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2010). Como forma de verificar a percepção individual da qualidade do sono de cada participante, foi realizado o seguinte questionamento: “O (A) senhor (a) acredita que haja uma interferência na qualidade do seu sono devido ao tráfego rodoviário presente na área?”.

Os questionários eram constituídos de 23 questões, sendo que oito delas verificavam as características sociodemográficas (IBGE, 2010), quatro a percepção da população em relação à vegetação e sua associação com a melhoria da qualidade do sono, uma relacionada à percepção individual sobre a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído e dez questões padronizadas do MSQ (ZOMER *et al.*, 1985; FALAVIGNA *et al.*, 2010). A aplicação foi feita no mês de outubro de 2020 durante os períodos matutinos e vespertinos, sendo a amostra escolhida de forma aleatória, aplicando um questionário por residente. As residências foram selecionadas de modo a não serem imediatamente vizinhas, buscando ter um deslocamento de duas residências. Ainda assim, foi necessário realizar uma explanação entre os entrevistadores sobre as questões abordadas de forma a identificar possíveis dúvidas que poderiam ser levantadas pelos sujeitos da pesquisa durante a aplicação dos questionários.

Cada questão do MSQ possui sete possibilidades de respostas, que variam de nunca até sempre. Dessa forma, foram atribuídos escores que variavam de um (nunca) a sete pontos (sempre), conforme a resposta dada pelos sujeitos da pesquisa. A má qualidade do sono foi caracterizada pela soma dos escores equivalentes ou superiores a 25 pontos, sendo que, quanto maior a pontuação, pior é a qualidade do sono do indivíduo.

## **2.5. Análise de associação**

A análise da associação foi conduzida pela aplicação da regressão logística múltipla, que teve como objetivo “estabelecer uma relação funcional entre uma das variáveis e as restantes” (BERQUÓ; SOUZA; GOTLIEB, 2006). Tal análise foi utilizada devido ao foco dado na presente pesquisa, que consistiu em verificar se a interferência na qualidade do sono devido à exposição ao ruído do tráfego rodoviário está associada “à resposta, livre do efeito de outras variáveis ou se depende de outras covariáveis”, sendo possível descrever a resposta “ao máximo através da explicação de sua variabilidade” (LUIZ, 2006).

Além disso, foi calculada a probabilidade de o indivíduo perceber a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído (MAGNANI; TORRES; PEREIRA, 2006). Tal probabilidade de ocorrer as variáveis dependentes (percepção individual de má qualidade do sono e má qualidade do sono aferida pelo MSQ, isto é,  $\gamma = 1$ ) é dada pela Equação (1) representada a seguir:

$$Prob(\gamma = 1) = \frac{1}{1 - e^{-g(x)}} \quad (1)$$

sendo:

$$g(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i \quad (2)$$

em que:

$\beta_0$ : intercepto da equação;

$\beta_i$ : coeficiente estimado a partir do conjunto de dados através do método da verossimilhança do modelo final;

$X_i$ : valor atribuído à variável independente.

Por meio da análise de regressão logística também foi possível obter a Razão de Chances ou *Odds Ratio* (OR), que possui o objetivo de “responder se a chance de desenvolver a doença no grupo de expostos é maior (ou menor) do que no grupo de não expostos” (KALE; COSTA; LUIZ, 2006).

Dessa forma, os dados obtidos pela aplicação dos questionários foram trabalhados no *software* EPI Info ®, que auxiliou nas análises estatísticas realizadas. Dessa forma, dois modelos finais foram confeccionados a fim de caracterizar os sujeitos da pesquisa, identificando quais eram as variáveis associadas à percepção individual em relação à interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao ruído, e a qualidade do sono da população, segundo respostas obtidas do MSQ. Foi atribuído, na codificação, o valor 1 relacionado ao sucesso do desfecho analisado e 0 ao seu contrário.

**Quadro 1** – Variáveis utilizadas no estudo sobre ruído e vegetação urbana em bairros do município de Itajubá, MG, em que SM corresponde Salário Mínimo no ano de 2020.

<b>TIPO DE VARIÁVEL</b>	<b>VARIÁVEL ESTUDADA</b>	<b>CODIFICAÇÃO</b>
Variáveis dependentes	Interferência na qualidade do sono, conforme percepção individual	Sim (1); Não (0)
	Qualidade do sono, conforme <i>MSQ</i>	Somatório das variáveis $\geq 25$ (1); Somatório das variáveis $< 25$ (0)
Variáveis independentes	Companheiro (a)	Sim (0); Não (1)
	Configuração residencial	Sozinho (a) (1); Com mais uma pessoa (1); Com mais duas pessoas (0); Com mais de duas pessoas (0)
	Escolaridade	Alfabetizado (1); Ensino Fundamental Incompleto (1); Ensino Fundamental Completo (1); Ensino Médio Incompleto (1); Ensino Médio Completo (0); Ensino Superior Incompleto (0); Ensino Superior Completo (0); Curso de Nível Técnico (0)
	Raça	Branca (1); Parda (0); Preta (0)
	Idade	Variável contínua
	Renda familiar	Até 1 SM * (0); Entre 1 e 2 SM (0); Entre 2 e 3 SM (0); Entre 3 e 4 SM (1); Entre 4 e 5 SM (1); Mais que 5 SM (1)
	Sexo	Feminino (1); Masculino (0)
	Tempo de residência	Entre 1 e 2 anos (0); Mais que 2 anos (1)
	Existência de incômodo	Sim (1); Não (0)
	Intensidade do incômodo	Muito pouco incomodado (a) (0); Pouco incomodado (a) (0); Médio incômodo (1); Incomodado (a) (1); Muito incomodado (a) (1)
	Viver próximo a áreas ruidosas	Sim (1); Não (0)
	Viver pelo menos a 50 m de distância de um corredor de vegetação	Sim (0); Não (1)
	Percepção de existência de vegetação próxima à área de sua residência	Sim (0); Não (1)
	Quantidade de vegetação presente na área	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)
	Vegetação urbana como intensificadora da melhoria da qualidade do sono	Sim (0); Não (1)

continua....

conclusão.

TIPO DE VARIÁVEL	VARIÁVEL ESTUDADA	CODIFICAÇÃO
Variáveis independentes	Nível de melhoria da qualidade do sono devido a presença de vegetação urbana	Muito baixa (1); Baixa (1); Média (1); Alta (0); Muito alta (0)

Fonte: Próprios autores.

## 2.6. Aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Itajubá (FEPI) e aprovado com o número CAAE - 29616020.4.0000.5559.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Caracterização da população estudada

A prevalência associada à percepção individual da má qualidade do sono foi de 42,00%, enquanto que a obtida pelo MSQ foi de 57,33% (Tabela 1). Tais valores encontrados são superiores ao valor de 9,60% verificado por Sygna *et al.* (2014).

**Tabela 1** – Descrição da amostra, da percepção sobre a interferência causada na qualidade do sono pela exposição ao ruído do tráfego rodoviário (PIQS) e dos problemas do sono obtidos pelo MSQ em adultos residentes em áreas do município de Itajubá/MG, 2020.

VARIÁVEIS		N PIQS (%)	N MSQ (%)
Idade (anos)	18 / – 31	7 (14,58)	17 (11,30)
	31 / – 51	17 (35,42)	45 (30,00)
	51 / – 71	21 (43,75)	68 (45,33)
	Mais que 70	3 (6,25)	20 (13,33)
Sexo	Feminino	28 (58,33)	92 (61,33)
	Masculino	20 (41,67)	58 (38,67)
Raça	Branca	33 (68,75)	106 (70,67)
	Parda	12 (25,00)	36 (24,00)
	Preta	3 (6,25)	8 (5,33)
Vive com o (a) Companheiro (a)	Sim	21 (43,75)	86 (57,33)
	Não	27 (56,25)	64 (42,67)
Tempo de Residência	Entre 1 e 2 anos	3 (6,25)	16 (10,67)
	Mais que 2 anos	45 (93,75)	134 (89,33)

continua...

conclusão.

VARIÁVEIS		N PIQS (%)	N MSQ (%)
Configuração Residencial	Sozinho	9 (18,75)	19 (12,67)
	Com mais uma pessoa	7 (14,58)	39 (26,00)
	Com mais duas pessoas	6 (12,50)	29 (19,33)
	Com mais de duas pessoas	26 (54,17)	63 (42,00)
Escolaridade	Alfabetizado	0 (0,00)	2 (1,33)
	Ensino fundamental incompleto	1 (2,08)	16 (10,67)
	Ensino fundamental completo	13 (27,08)	31 (20,67)
	Ensino médio incompleto	4 (8,33)	12 (8,00)
	Ensino médio completo	15 (31,25)	46 (30,67)
	Curso técnico	0 (0,00)	5 (3,33)
	Ensino superior incompleto	6 (12,50)	14 (9,33)
	Ensino superior completo	9 (18,75)	24 (16,00)
Renda Familiar	Até R\$ 1.045,00	3 (6,25)	20 (13,33)
	R\$ 1.045,00 / – R\$ 2.090,00	15 (31,25)	42 (28,00)
	R\$ 2.090,00 / – R\$ 3.135,00	17 (35,42)	42 (28,00)
	R\$ 3.135,00 / – R\$ 4.180,00	5 (10,42)	24 (16,00)
	R\$ 4.180,00 / – R\$ 5.225,00	4 (8,33)	11 (7,33)
	Mais que R\$ 5.225,00	1 (2,08)	7 (4,67)
	Ignorado	3 (6,25)	4 (2,67)
Prevalência de má qualidade do sono	-----	48,00%	57,33%
Total	-----	48 (100)	150 (100)

Fonte: Próprios autores.

### 3.2. Fatores associados à má qualidade do sono

A hipótese central deste artigo é de que a vegetação urbana é capaz de melhorar a qualidade do sono da população estudada, já que ter uma janela em contato com um lado verde e silencioso contribui pela melhoria da qualidade do sono (BODIN *et al.*, 2015). Esta realidade não foi encontrada no modelo apresentado na Equação (3), que considerava apenas o questionamento sobre qualidade do sono e ruído do tráfego rodoviário, que assim como o estudo realizado com crianças e adolescentes na Austrália e Alemanha (FENG *et al.*, 2015), não encontrou uma relação significativa entre a exposição ao ruído, qualidade do sono e vegetação urbana. Ainda assim, outras variáveis foram significativas para a qualidade do sono: incômodo, nível de incômodo, ausência de um companheiro, idade e tempo de residência superior a dois anos (Tabela 2).



**Tabela 2** – Variáveis significativas para a percepção da interferência na qualidade do sono devido à exposição ao tráfego rodoviário e para a ocorrência de distúrbios relacionados ao sono, conforme dados levantados pelo MSQ.

<b>PERCEPÇÃO DE INTERFERÊNCIA NA QUALIDADE DO SONO</b>				
<b>VARIÁVEIS</b>	<b>RAZÃO DE CHANCES</b>	<b>IC (95%)</b>	<b>COEFICIENTE <math>\beta</math></b>	<b><i>p</i></b>
<b>Incômodo (INC)</b>	20,87	7,14 – 60,99	3,04	0,000
<b>Vive com Companheiro (a) (COMP)</b>	3,37	1,38 – 8,26	1,22	0,008
<b>Idade (ID)</b>	0,96	0,94 – 0,99	-0,04	0,012
<b>Tempo de residência maior que dois anos (TRES)</b>	7,04	1,29 – 38,51	1,95	0,024
$\beta_0 = -3,14$				
<b>QUALIDADE DO SONO, CONFORME MSQ</b>				
<b>VARIÁVEIS</b>	<b>RAZÃO DE CHANCES</b>	<b>IC (95%)</b>	<b>COEFICIENTE <math>\beta</math></b>	<b><i>p</i></b>
<b>Intensidade do incômodo (INTINC)</b>	3,58	1,66 – 7,74	1,28	0,001
<b>Baixa escolaridade (ESC)</b>	2,86	1,35 – 6,09	1,05	0,006
<b>Baixa quantidade de vegetação (QVEG)</b>	3,30	1,15 – 9,46	1,19	0,026
<b>Viver sozinho ou com até uma pessoa (CRES)</b>	2,16	1,03 – 4,53	0,77	0,042
$\beta_0 = -2,06$				

Fonte: Próprios autores.

A elevação do nível de exposição ao ruído está ligeiramente associada ao aumento de sintomas relacionados ao sofrimento psíquico em pessoas que dormem mal (SYGNA *et al.*, 2014). Ainda assim, Berg, Verhagen e Uitenbroek (2014) encontraram uma correlação considerada alta entre incômodo e qualidade do sono, sendo os problemas do sono mais fortemente associados ao incômodo do que à exposição direta a fontes ruidosas. Estes últimos trabalhos corroboram o achado do presente artigo, que demonstrou que um indivíduo que percebe a interferência na qualidade do sono causada pela exposição ao tráfego rodoviário possui 20,87 vezes a chance de estar incomodado com o ruído se comparado com aqueles que não perceberam tal interferência (Tabela 2).

As variáveis idade e viver sozinho também são fatores que interferem na relação entre incômodo e os distúrbios relacionados ao sono (BERG; VERHAGEN; UITENBROEK, 2014). A duração do sono em crianças do sexo feminino tende a ser menor quando expostas ao ruído do tráfego rodoviário, sendo que o aumento de 10 decibéis no nível de exposição ao ruído representa um aumento de 21% na chance de meninas dormirem 10 horas ou menos (WEYDE *et al.*, 2017). Em um estudo realizado no México, foi verificado uma maior duração de sono entre indivíduos mais velhos do que entre os mais jovens (ARRONA-PALACIOS; GRADISAR, 2020). Foi observado que a interferência na qualidade do sono pelo ruído do tráfego rodoviário foi notada 3,37 vezes mais em pessoas que não possuem um companheiro e a idade foi tida como um fator de proteção (Tabela 2). Tal achado significa que a população mais velha tende a ter uma percepção menor quanto à interferência do ruído advindo dos veículos automotores sobre a qualidade do sono.

Apesar de não terem sido encontrados muitos estudos na área que associassem o tempo de residência com a qualidade do sono, Araújo e Ceolim (2010) evidenciaram que idosos institucionalizados a pouco tempo tendiam a ter uma pior avaliação da qualidade do sono devido às mudanças no estilo de vida. No modelo elaborado apresentado na Equação (3), no entanto, foi encontrado uma forte associação entre o indivíduo residir há mais que dois anos no local e ter a percepção que sua qualidade do sono é afetada pelo ruído do tráfego rodoviário, representando uma razão de chances 7,04 vezes comparando-se com aqueles que residem há menos tempo na área analisada (Tabela 2).

Por meio da análise do MSQ foi possível validar a hipótese central do trabalho, uma vez que a percepção da baixa quantidade de vegetação na área por parte dos sujeitos da pesquisa foi fortemente associada com a má qualidade do sono. Além disso, o agravo analisado ainda teve significativa relação com a intensidade do incômodo causado pelo ruído do tráfego, o nível de escolaridade e a configuração residencial (Tabela 2).

Conforme encontrado no modelo anterior, o incômodo proveniente da exposição ao ruído do tráfego rodoviário está diretamente atrelado à qualidade do sono dos sujeitos da pesquisa. No segundo modelo elaborado, apresentado pela Equação (4), verificou-se a associação entre o aumento do nível de incômodo dos indivíduos entrevistados com as variáveis estudadas no MSQ, representando uma razão de chances 3,58 vezes de ocorrência se comparado com aqueles que tiveram uma somatória dos escores sendo menor que 25 (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por Berg, Verhagen e Uitenbroek (2014), que pontuaram que os problemas relacionados ao sono estão mais fortemente relacionados ao incômodo com o ruído do que à exposição propriamente dita ao ruído.

Quanto à escolaridade, sujeitos com baixa escolaridade, ou seja, que possuíam até o ensino médio incompleto, são os que mais sofrem com os distúrbios da qualidade do sono. Este resultado é semelhante ao encontrado por Machado, Wendt e Wehrmeister (2018), que encontraram o baixo nível de escolaridade como sendo um dos fatores associados a maiores problemas de sono. Conforme encontrado pelo modelo final apresentado pela Equação (4), ter um nível educacional mais baixo representa 2,86 vezes a chance de ter distúrbios relacionados ao sono, comprando-se com os de escolaridade mais alta (Tabela 2).

A presença modesta de vegetação na área também representa um fator de risco para a qualidade do sono, sendo o único resultado encontrado que corrobora a hipótese central. Áreas mais fortemente vegetadas tendem a contribuir pela melhoria da qualidade do sono, conforme estudo realizado com a população rural chinesa (XIE *et al.*, 2020). Além disso, há uma prevalência de sono mais constante em áreas com maior quantidade de vegetação (ASTELL-BURT; FENG; KOLT, 2013). Indivíduos com a percepção que existe pouca vegetação localizada próximo à sua residência tendem a ter até 3,30 vezes a chance de ter problemas e queixas relacionadas ao sono (Tabela 2).

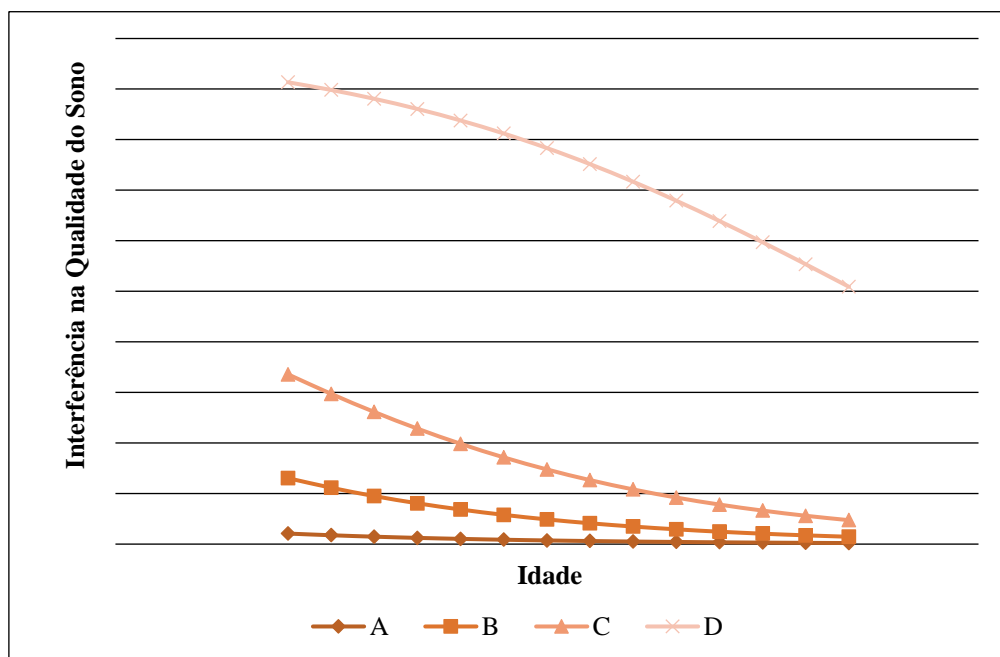
Viver sozinho ou com no máximo mais uma pessoa representa um risco para a qualidade do sono da população. Viver sozinho está significativamente associado com a má qualidade do sono, conforme estudo realizado com idosos (WATANABE *et al.*, 2020). O modelo final apresentado pela Equação (4) demonstrou que ter menos pessoas residindo no mesmo ambiente representa uma razão de chances de 2,16 vezes a chance de ter uma má qualidade do sono (Tabela 2). Este resultado corrobora o encontrado no modelo anterior, em que indivíduos que não possuíam um companheiro tinha uma chance maior de sofrer distúrbios relacionados ao sono.

A diferença encontrada entre os dois modelos fica nítida com a observação do resultado da análise de regressão logística encontrado (Tabela 2). Apesar de a população estudada não perceber a qualidade do sono ruim que possui e a influência da quantidade de vegetação necessária para mantê-la, os resultados encontrados por meio do MSQ demonstraram o contrário.

A análise de probabilidade relacionada à percepção individual da interferência na qualidade do sono demonstrou uma associação inversa entre idade e qualidade do sono. Isso significa que, com o aumento da idade, é possível notar uma menor percepção em relação à interferência na qualidade do sono devido à exposição ao tráfego rodoviário (Figura 1). Tal resultado encontrado é distinto de outro estudo realizado no Brasil, onde os autores encontraram maiores queixas relacionadas ao sono advindas de indivíduos mais velhos (BITTENCOURT *et*

al., 2009). Dessa forma, de forma sintetizada, a análise da probabilidade de interferência na qualidade do sono foi obtida utilizando as Equações (1) e (2), obtendo, assim, a Equação (3) representada a seguir:

$$g(x) = -3,14 + 30,4INC + 1,22COMP + 1,95TRES + (-0,04)ID \quad (3)$$



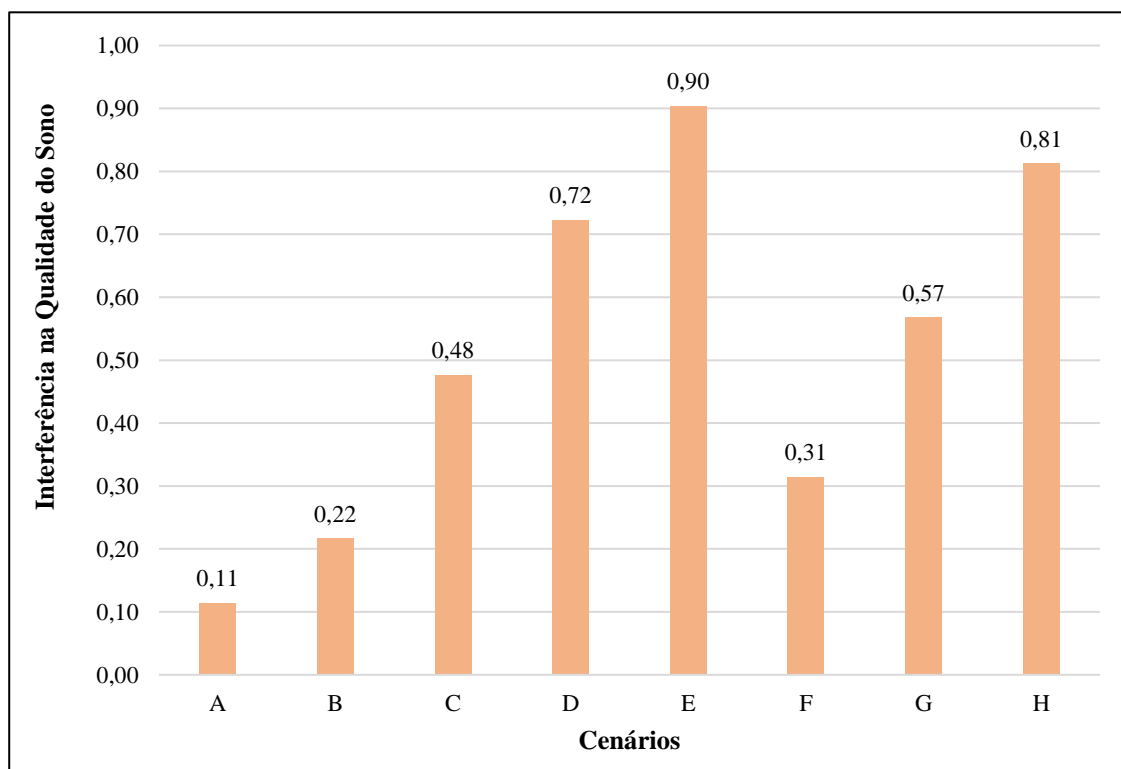
**Figura 1** – Probabilidade de ocorrência de interferência na qualidade do sono, considerando a idade e as variáveis significativas obtidas no modelo de regressão logística múltipla (Fonte: Próprios autores). Cenários adotados:

A	Não se sente incomodado com o ruído do tráfego rodoviário, vive com companheiro (a), não vive no local a pelo menos dois anos
B	Não se sente incomodado com o ruído do tráfego rodoviário, vive com companheiro (a), vive no local a pelo menos dois anos
C	Não se sente incomodado com o ruído do tráfego rodoviário, não vive com companheiro (a), vive no local a pelo menos dois anos
D	Se sente incomodado com o ruído do tráfego rodoviário, não vive com companheiro (a), vive no local a pelo menos dois anos

Por meio da análise de probabilidade do modelo elaborado considerando os resultados obtidos pelo MSQ, foi encontrado que, quanto pior a qualidade do sono do indivíduo, maior é o nível de incômodo com o ruído do tráfego rodoviário. Sabe-se que a exposição ao ruído afeta diretamente a qualidade do sono, sendo mais perceptível entre aqueles indivíduos mais sensíveis em relação a esta poluição (MARKS; GRIEFAHN, 2007). Um nível de escolaridade menor e o fato de o indivíduo viver sozinho ou com até uma pessoa em sua residência também

contribui pelo aumento da probabilidade de ocorrer problemas relacionados à qualidade do sono (Figura 2). Além disso, a percepção da baixa quantidade de vegetação existente na área de estudo está associada a uma má qualidade do sono (Figura 2), corroborando a hipótese central da pesquisa, uma vez que, conforme já mencionado, ter uma janela em contato com um lado verde e silencioso pode contribuir pela melhoria da qualidade do sono (BODIN *et al.*, 2015) e com uma prevalência de sono mais constante em áreas com maior quantidade de vegetação (ASTELL-BURT; FENG; KOLT, 2013). A probabilidade de o sujeito da pesquisa ter distúrbios relacionados ao sono levantados pela aplicação do MSQ (Figura 2) é dado considerando as Equações (1) e (2), tendo, assim, a Equação (4) apresentada a seguir:

$$g(x) = -2,06 + 1,28IINTINC + 1,05ESC + 1,19QVEG + 0,77CRES \quad (4)$$



**Figura 2** – Probabilidade de ocorrência de distúrbios relacionados ao sono, considerando as variáveis significativas obtidas no modelo de regressão logística múltipla (Fonte: Próprios autores). Cenários adotados:

A	Nível de incômodo não classificado entre médio e muito alto, alta escolaridade, não percebe a baixa quantidade de vegetação próxima à residência, vive com mais de uma pessoa.
B	Nível de incômodo não classificado entre médio e muito alto, alta escolaridade, não percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, vive sozinho ou com até uma pessoa.

continua...

conclusão.

C	Nível de incômodo não classificado entre médio e muito alto, alta escolaridade, percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, vive sozinho ou com até uma pessoa.
D	Nível de incômodo não classificado entre médio e muito alto, baixa escolaridade, percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, vive sozinho ou com até uma pessoa.
E	Nível de incômodo classificado entre médio e muito alto, baixa escolaridade, percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, vive sozinho ou com até uma pessoa.
F	Nível de incômodo classificado entre médio e muito alto, alta escolaridade, não percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, não vive sozinho ou com até uma pessoa.
G	Nível de incômodo classificado entre médio e muito alto, baixa escolaridade, não percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, não vive sozinho ou com até uma pessoa.
H	Nível de incômodo classificado entre médio e muito alto, baixa escolaridade, percebe a baixa quantidade de vegetação próxima a sua residência, não vive sozinho ou com até uma pessoa.

#### 4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Desenhos de estudo de corte transversal, como o utilizado nesta pesquisa, apresentam seu valor em epidemiologia, uma vez que são apropriados para análise de desfechos relacionados a sintomas e efeitos decorrentes da exposição e a agravos à saúde não fatais. Da perspectiva estatística, estudos dessa natureza se fundamentam em amostras da população geral e não se restringem a um sujeito doente, característica que lhe oferece consistência.

Contudo, como todo estudo de prevalência, há a presença de limites, que devem ser salientados. O principal deles, comum em estudos de prevalência, é o viés de temporalidade, em que há dificuldade em discernir entre causa e efeito, uma vez que o agravo, qualidade do sono prejudicada, e a exposição são considerados simultaneamente (KELSEY; THOMPSON; EVANS, 1986).

Outro viés típico, que representa outra limitação do estudo, é o de aferição, desde que a estrutura das variáveis explanatórias se assentou nas manifestações dos sujeitos da amostra (BENSEÑOR; LOTUFO, 2005). Tal viés pode também estar presente na definição de áreas expostas ao ruído urbano, pois neste estudo foi definido de modo subjetivo, abrindo mão de medições dos níveis sonoros. De todo modo, a opção pela classificação qualitativa, associando

o trânsito importante na via à exposição ao ruído, pode ser considerada como uma estimativa apropriada, compreendendo estratos representativos de exposição.

A seleção da amostra possivelmente não teve interferência no trabalho. Os participantes foram selecionados de forma aleatória, garantindo a mesma chance de participação de cada indivíduo, tirando, assim, o “poder do investigador de definir” a amostra a ser trabalhada (COUTINHO, 1998).

Devido o questionário ter sido aplicado por dois entrevistadores, o viés do entrevistador pode estar associado à atual pesquisa, a despeito de ambos terem sido preparados para a uniformização do processo (BOTELHO; SILVA; CRUZ, 2010).

Variáveis de confusão, em pesquisas epidemiológicas, devem ser objeto de controle. Trata-se de um critério presente no método, em que a técnica de regressão logística é bastante adequada para estudos de prevalência. De qualquer modo, ainda há o risco remanescente da permanência de variáveis de confusão no processo (BECHER, 1992).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo teve como objetivo verificar a influência da vegetação, como moduladora, na associação entre exposição ao ruído urbano e má qualidade do sono, por dois instrumentos. A quantidade baixa de vegetação foi significativa em um dos modelos, com o uso do MSQ, se comportando como risco para o desfecho analisado. Por outro lado, em outro modelo, a vegetação não influencia na qualidade do sono. O incômodo provocado pelo ruído se apresenta como significativo em ambos os modelos. Em face do observado, sugere-se a condução de outros estudos que busquem investigar o papel da vegetação na relação exposição ao ruído urbano e má qualidade do sono, que superem os limites expostos.

## **6. AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo à primeira autora. Ao colega Gabryell Tavares de Barbosa, que auxiliou na aplicação dos questionários.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAÚJO, C. L. de O.; CEOLIM, M. F. Qualidade do sono de idosos residentes em instituição de longa permanência. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, [s.l.], v. 44, n. 3, p. 619-626, set. 2010.

ARRONA-PALACIOS, A.; GRADISAR, M. Self-reported sleep duration, sleep quality and sleep problems in mexicans adults: results of the 2016 mexican national halfway health and nutrition survey. **Sleep Health**, [s.l.], p. 1-8, out. 2020.

ASTELL-BURT, T.; FENG, X.; KOLT, G. S. Does access to neighbourhood green space promote a healthy duration of sleep? Novel findings from a cross-sectional study of 259 319 Australians. **BMJ Open**, [s.l.], v. 3, n. 8, p. e003094, ago. 2013.

BERQUÓ, E. S.; SOUZA, J. M. P DE; GOTLIEB, S. L. D. **Bioestatística**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 2. ed, 2006

BEUTEL, M. E.; JÜNGER, C.; KLEIN, E. M.; WILD, P.; LACKNER, K; BLETTNER, M.; BINDER, H.; MICHAL, M.; WILTINK, J.; BRÄHLER, E.; MÜNZEL, T. Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population - the contribution of aircraft noise. **Plos One**, [s.l.], v. 11, n. 5, p.1-10, 19 maio 2016.

BERG, F. van D.; VERHAGEN, C.; UITENBROEK, D. The relation between scores on noise annoyance and noise disturbed sleep in a public health survey. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 2314-2327, 21 fev. 2014.

BITTENCOURT, L. R. A.; SANTOS-SILVA, R.; TADDEI, J. A.; ANDERSEN, M. L.; MELLO, M. T. de; TUFIK, S. Sleep complaints in the adult brazilian population: a national survey based on screening questions. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, [s.l.], v. 5, n. 5, p. 459-463, 2009.

BODIN, T.; BJÖRK, J.; ARDÖ, J.; ALBIN, M. Annoyance, Sleep and Concentration Problems due to Combined Traffic Noise and the Benefit of Quiet Side. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 1612-1628, 29 jan. 2015.

BOTELHO, F.; SILVA, C.; CRUZ, F. Epidemiologia explicada – Viéses. **Acta Urologia**, [s.l.], v. 3, [s.n.], p. 47-52, set. 2010.

CAMPANA, A. O. Metodologia da investigação científica aplicada à área biomédica: 2. investigações na área médica. **Jornal de Pneumologia**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 84-93, abr. 1999.

COUTINHO, M. Princípios de epidemiologia clínica aplicada à cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s.l.], v. 71, n. 2, p. 109-116, ago. 1998.

DADVAND, P.; BARTOLL, X.; BASAGAÑA, X.; DALMAU-BUENO, A.; MARTINEZ, D.; AMBROS, A.; CIRACH, M.; TRIGUERO-MAS, M.; GASCON, M.; BORRELL, C.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Green spaces and general health: roles of mental health status, social support, and physical activity. **Environment International**, Amman, v. 91, [s.n.], p.161-167, maio 2016.

DADVAND, P.; VILLANUEVA, C. M.; FONT-RIBERA, L.; MARTINEZ, D.; BASAGAÑA, X.; BELMONTE, J.; VRIJHEID, M.; GRAŽULEVIČIENĖ, R.; KOGEVINAS, M.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Risks and Benefits of Green Spaces for Children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 122, n. 12, p. 1329-1335, dez. 2014.



FALAVIGNA, A.; BEZERRA, M. L. de S.; TELES, A. R.; KLEBER, F. D.; VELHO, M. C.; SILVA, R. C. da; MAZZOCHIN, T.; SANTIN, J. T.; MOSENA, G.; BRAGA, G. L. de. Consistency and reliability of the Brazilian Portuguese version of the Mini-Sleep Questionnaire in undergraduate students. **Sleep and Breathing**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 351-355, 24 jul. 2010.

FENG, X.; FLEXEDER, C.; MARKEVYCH, I.; STANDL, M.; HEINRICH, J.; SCHIKOWSKI, T.; KOLETZKO, S.; HERBERTH, G.; BAUER, C. P.; VON BERG, A. Impact of residential green space on sleep quality and sufficiency in children and adolescents residing in Australia and Germany. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 17, n. 13, p. 4894-16, 7 jul.2020.

GHIMIRE, R.; FERREIRA, S.; GREEN, G. T.; POUDYAL, N. C.; CORDELL, H. K.; THAPA, J. R. Green space and adult obesity in the United States. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 136, p. 201-212, jun. 2017.

GOZALO, G. R.; MORILLAS, J. M. B.; GONZÁLEZ, D. M.; MORAGA, P. A. Relationships among satisfaction, noise perception, and use of urban green spaces. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 624, [s.n.], p.438-450, maio 2018.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F. X.; OLIVEIRA FILHO, R. S. de; FERREIRA, L. M. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 2-9, 2005.  
<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-86502005000800002>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2000 CD 1.01 Questionário Básico**. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/censo/quest\\_basico.pdf](https://www.ibge.gov.br/censo/quest_basico.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Itajubá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama>. Acesso em: 29 out. de 2019.

JAMES, P.; HART, J. E.; BANAY, R. F.; LADEN, F. Exposure to greenness and mortality in a nationwide prospective cohort study of women. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 124, n. 9, p. 1344-1352, set. 2016.

KALE, P. L.; COSTA, A. J. L.; LUIZ, R. R. Medidas de efeito e medidas de associação. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 115-123, 2006.

KELSEY, J. L.; THOMPSON, W. D.; EVANS, A. S. **Methods in observational epidemiology**. New York: Oxford University Press; 1986, 366 p.

KOPROWSKA, K; ŁASZKIEWICZ, E.; KRONENBERG, J.; MARCIŃCZAK, S. Subjective perception of noise exposure in relation to urban green space availability. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 31, p.93-102, abr. 2018.

LIU, H.; LI, F.; LI, J.; ZHANG, Y. The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China. **Journal of Environmental Management**, Amman, v. 190, [s.n.], p.223-230, abr. 2017.

LUIZ, R. R. Associação estatística em epidemiologia. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 309-334, 2006.

LWANGA, S. K.; LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual**. Geneva: World Health Organization, 1991. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40062/9241544058\\_p1-p22.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40062/9241544058_p1-p22.pdf). Acesso em: 22 nov. 2019.

MACHADO, A. K. F.; WENDT, A.; WEHRMEISTER, F. C. Sleep problems and associated factors in a rural population of a Southern Brazilian city. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 52, p. 5s, 6 set. 2018.

MAGNANI, M. M. F.; TORRES, T. Z. G. de; PEREIRA, B. de B. Probabilidade e distribuições de probabilidade. MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 245-258, 2006.

MARKS, A.; GRIEFAHN, B. Associations between noise sensitivity and sleep, subjectively evaluated sleep quality, annoyance, and performance after exposure to nocturnal traffic noise. **Noise and Health**, [s.l.], v. 9, n. 34, p.1-7, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil/Fundação SOS Mata Atlântica/Fundação Biodiversitas/Instituto de Pesquisas Ecológicas/ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília, 2000. 45 p.

PAIVA, K. M.; CARDOSO, M. R. A.; ZANNIN, P. H. T. Exposure to road traffic noise: annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 650, p. 978-986, fev. 2019.

PASSCHIER-VERMEER, W.; PASSCHIER, W. F. Noise exposure and public health. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 108, n. 1, p.123-131, mar. 2000.

PAZ, E. C. da; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.467-472, jun. 2005.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDH Global 2014**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idh-global.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDHM Unidades da Federação 2010**. Disponível em:

<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-uf-2010.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RAGETTLI, M. S.; GOUDREAU, S.; PLANTE, C.; PERRON, S.; FOURNIER, M.; SMARGIASSI, A. Annoyance from road traffic, trains, airplanes and from total environmental noise levels. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.90-102, 29 dez. 2015.

SAKIEH, Y.; JAAFARI, S.; AHMADI, M.; DANEKAR, A. Green and calm: Modeling the relationships between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 24, p.195-211, maio 2017.

SCHÄFFER, B.; BRINK, M.; SCHLATTER, F.; VIENNEAU, D.; WUNDERLI, J M. Residential green is associated with reduced annoyance to road traffic and railway noise but increased annoyance to aircraft noise exposure. **Environment International**, [s.l.], v. 143, p. 105885-13, out. 2020.

SILVA, J. A. **Direito urbanístico brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2012.

SYGNA, K.; AASVANG, G. M.; AAMODT, G.; OFTEDAL, B.; KROG, N. H. Road traffic noise, sleep and mental health. **Environmental Research**, [s.l.], v. 131, p. 17-24, maio 2014.

TAKANO, T.; NAKAMURA, K.; WATANABE, M. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces: the importance of walkable green spaces. **Journal of Epidemiology & Community Health**, [s.l.], v. 56, n. 12, p. 913-918, 1 dez. 2002.

WATANABE, M.; SHOBUGAWA, Y.; TASHIRO, A.; OTA, A.; SUZUKI, T.; TSUBOKAWA, T.; KONDO, K.; SAITO, R. Association between neighborhood environment and quality of sleep in older adult residents living in Japan: the JAGES 2010 cross-sectional study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 1398, 21 fev. 2020.

WEYDE, K.; KROG, N.; OFTEDAL, B.; EVANDT, J.; MAGNUS, P.; ØVERLAND, S.; CLARK, C.; STANSFELD, S.; AASVANG, G. Nocturnal Road Traffic Noise Exposure and Children's Sleep Duration and Sleep Problems. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 14, n. 5, p. 491-12, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Urban planning essential for public health**. 2010. Disponível em: [https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban\\_health\\_20100407/en/](https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/). Acesso em: 19 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe**. 2011. Disponível em [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf). Acesso em: 05 abr. 2019.

XIE, Y.; XIANG, H.; DI, N.; MAO, Z.; HOU, J.; LIU, X.; HUO, W.; YANG, B.; DONG, G.; WANG, C. Association between residential greenness and sleep quality in Chinese rural population. **Environment International**, [s.l.], v. 145, p. 106100-22, dez. 2020.

ZOMER, J; PELED, R; RUBIN, A. H.; LAVIE, P. Mini Sleep Questionnaire (MSQ) for screening large population for EDS complaints. *In*: KOELLA, W.P.; RUETHER, E., SCHULZ, H. (eds.). Sleep'84: proceedings of the 7. European Congress on Sleep Research; 3-7 Sep 1984; Munich, Germany. Basel: Karger; 1985; p.469-70.

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com Manuscrito 1, os níveis sonoros na região da rodovia foram, naturalmente, superiores aos encontrados na via protegida pela vegetação urbana devido ao maior trânsito de veículos. Ainda assim, alguns resultados encontrados foram inconclusivos, já que, observou-se tanto uma atenuação promovida pelo corredor quanto o comportamento das circunferências dos troncos como uma barreira reflexiva. Dessa forma, sugere-se a realização de novos estudos na área.

Já no Manuscrito 2, não foi encontrada associação quanto à percepção da vegetação como mediadora em relação à diminuição do incômodo pela exposição ao ruído. No entanto, foi observada associação significativa entre o nível elevado de incômodo e residir em região exposta ao ruído, interferência na qualidade do sono, raça parda, escolaridade alta e idade.

Pelo Manuscrito 3, foi possível verificar, através do instrumento MSQ, que a quantidade de vegetação está associada com a qualidade do sono da amostra analisada, sendo que, indivíduos com má qualidade do sono tendem a perceber a baixa quantidade de vegetação na proximidade da sua residência. Quanto à percepção individual da qualidade do sono não foi revelada esta associação.

Ao verificar a importância da vegetação frente aos agravos estudados causados pela exposição ao ruído, inclusive, relacionado à má qualidade do sono, a vegetação urbana deveria ser implementada como uma política de promoção de saúde por parte dos órgãos reguladores. A falta de políticas públicas que incentivem a implantação, manutenção e conservação destes espaços acaba por contribuir com a escassez deste recurso nas cidades ou, ainda, pela sua implantação sem o devido gerenciamento e podendo causar danos à comunidade.

Por fim, os municípios necessitam de gestões mais eficazes. A falta de planejamento ambiental e urbano adequado possibilita o surgimento de transtornos e agravos para a população. Sendo assim, a vegetação urbana pode ser vista como uma importante ferramenta a ser considerada no zoneamento dos municípios. Dada a discussão apresentada neste trabalho, apesar de ser pouco observada em Itajubá/MG, a vegetação urbana poderia ser conciliada ao planejamento urbano a fim de atenuar a poluição sonora e promover a saúde no município.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por concessão de bolsa à autora.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRANE, Y. A.; LITTLE, T. J.; LAWSON, B. W.; GITHEKO, A. K.; YAN, G. Deforestation and vectorial capacity of *Anopheles gambiae* Giles Mosquitoes in malaria transmission, Kenya. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], v. 14, n. 10, p. 1533-1538, out. 2008.
- ALBUQUERQUE, M. M. G.; ZANELLA, M. E.; DANTAS, E. W. C. Política pública, arborização e sustentabilidade: o caso do município de Fortaleza. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 12, n. 03, p. 69-77, ago. 2018.
- ALMEIDA, S. I. C. de; ALBERNAZ, P. L. M.; ZAIA, P. A.; XAVIER, O. G.; KARAZAWA, E. H. I. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. **Revista da Associação Médica Brasileira**, [s.l.], v. 46, n. 2, p.143-158, jun. 2000.
- ALVES, P. L.; FORMIGA, K. T. M. Efeitos da arborização urbana na redução do escoamento pluvial superficial e no atraso do pico de vazão. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v. 29, n. 1, p. 193-207, jan./mar. 2019.
- AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. de; SILVA FILHO, D. F. da; MAUAD, T. Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 86, p.113-130, abr. 2016.
- ARAÚJO, C. L. de O.; CEOLIM, M. F. Qualidade do sono de idosos residentes em instituição de longa permanência. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, [s.l.], v. 44, n. 3, p. 619-626, set. 2010.
- ARFELLI, A. C. Áreas verdes e de lazer: considerações para sua compreensão e definição na atividade urbanística de parcelamentos do solo. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 9, n. 33, p.33-51, jan. 2004.
- ARRONA-PALACIOS, A.; GRADISAR, M. Self-reported sleep duration, sleep quality and sleep problems in mexicans adults: results of the 2016 mexican national halfway health and nutrition survey. **Sleep Health**, [s.l.], p. 1-8, out. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 10.151/2019. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2020a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 10.152/2017. Acústica - Níveis de ruído para o conforto acústico. Rio de Janeiro, 2020b.

ASTELL-BURT, T.; FENG, X.; KOLT, G. S. Does access to neighbourhood green space promote a healthy duration of sleep? Novel findings from a cross-sectional study of 259 319 Australians. **BMJ Open**, [s.l.], v. 3, n. 8, p. e003094, ago. 2013.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.285-304, set. 2009.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - REVSBAU**, Piracicaba - SP, v. 6, n. 3, p.172-188, 2011.

BAUMAN, Z. **Confiança e medo na cidade**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

BEHAR, A.; PLENER, R. Noise exposure - sampling strategy and risk assessment. **American Industrial Hygiene Association Journal**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 105-109, 1984.

BERG, F. van D.; VERHAGEN, C.; UITENBROEK, D. The relation between scores on noise annoyance and noise disturbed sleep in a public health survey. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 2314-2327, 21 fev. 2014.

BERQUÓ, E. S.; SOUZA, J. M. P DE; GOTLIEB, S. L. D. **Bioestatística**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 2. ed, 2006

BEUTEL, M. E.; JÜNGER, C.; KLEIN, E. M.; WILD, P.; LACKNER, K; BLETTNER, M.; BINDER, H.; MICHAL, M.; WILTINK, J.; BRÄHLER, E.; MÜNZEL, T. Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population - the contribution of aircraft noise. **Plos One**, [s.l.], v. 11, n. 5, p.1-10, 19 maio 2016.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BLUHM, G.; NORDLING, E.; BERGLIND, N. Road traffic noise and annoyance - An increasing environmental health problem. **Noise and Health**, [s.l.], v. 6, n. 24, p.43-49, jul. 2004.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Brasília. 1990a.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)**. 1981.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de lei de crimes ambientais, condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Lei de Crimes Ambientais**. 1998.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Estatuto da Cidade**. 2001.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Código Florestal**. Brasília.

BRASIL. **Política Nacional de Promoção da Saúde**. 3 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_promocao\\_saude\\_3ed.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_promocao_saude_3ed.pdf). Acesso em: 20 abr. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Brasília. 1990b.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 02, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – <>.. Brasília. 1990c.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Brasília, 29 mar. 2006.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 433, de 13 de julho de 2011. Dispõe sobre a inclusão no Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores PROCONVE e estabelece limites máximos de emissão de ruídos para máquinas agrícolas e rodoviárias novas. Diário Oficial da União (DOU) nº 134, de 14 de julho de 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 490, de 16 de novembro de 2018. Estabelece a Fase PROCONVE P8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE para o controle das emissões de gases poluentes e de ruído para veículos automotores pesados novos de uso rodoviário e dá outras providências. Diário Oficial da União (DOU), de 21 de novembro de 2018.

BRAVEMAN, P.; GRUSKIN, S. Poverty, equity, human rights and health. **Bulletin of the World Health Organization**, [s.l.], v. 81, n. 7, p. 539-545, 2003.

BREVIGLIERO, E.; POSSEBON, J.; SPINELLI, R. **Higiene ocupacional**: agentes biológicos, químicos e físicos. 9 ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2017. 453

BRUN, F. G. K.; FUCHS, R. H.; BRUN, E. J.; ARAÚJO, L. E. B. de. Legislações municipais do Rio Grande do Sul referentes à arborização urbana – estudo de casos. **Revista da Sociedade**



**Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**, Piracicaba – SP, v. 3, n. 3, p.44-64, mar. 2008.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Geography Department, University of São Paulo**, [s.l.], p.48-59, 2006.

CADORIN, D. A.; MELLO, N. A. de. Efeitos da impermeabilização dos solos sobre a arborização no município de Pato Branco-PR. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 6, n. 1, 2011.

CAMPANA, A. O. Metodologia da investigação científica aplicada à área biomédica: 2. investigações na área médica. **Jornal de Pneumologia**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 84-93, abr. 1999.

CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. de P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [s.l.], v. 32, n. 1, p.5-11, 2006.

CARTIER, R.; BARCELLOS, C.; HÜBNER, C.; PORTO, M. F. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, dez. 2009.

CASEY, J. A.; MORELLO-FROSCH, R.; MENNITT, D. J.; FRISTRUP, K.; OGBURN, E. L.; JAMES, P. Race/ethnicity, socioeconomic status, residential segregation, and spatial variation in noise exposure in the Contiguous United States. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 125, n. 7, p. 077017, 2017.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. **Proposição de Terminologia para o Verde Urbano**. In: Boletim Informativo da SBAU. Ano VII, nº 3 – jul/ago/set de 1999. Rio de Janeiro-RJ: SBAU, 1999. Disponível em: <https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/cavalheiro-et-al-1999.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2019.

COSTA, R. G.; SILVA, C. G. T.; COHEN, S. C. A origem do caos - a crise de mobilidade no Rio de Janeiro e a ameaça à saúde urbana. **Cadernos Metr pole**, [s.l.], v. 15, n. 30, p.411-431, dez. 2013.

CRAWSHAW, J.; CHAMBERS, J. **A concise course in advanced level statistics with worked examples**. Cheltenham: Nelson Thornes. 2001.

DADVAND, P.; BARTOLL, X.; BASAGAÑA, X.; DALMAU-BUENO, A.; MARTINEZ, D.; AMBROS, A.; CIRACH, M.; TRIGUERO-MAS, M.; GASCON, M.; BORRELL, C.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Green spaces and general health: roles of mental health status, social support, and physical activity. **Environment International**, Amman, v. 91, [s.n.], p.161-167, maio 2016.

DADVAND, P.; VILLANUEVA, C. M.; FONT-RIBERA, L.; MARTINEZ, D.; BASAGAÑA, X.; BELMONTE, J.; VRIJHEID, M.; GRAŽULEVIČIENĖ, R.; KOGEVINAS, M.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Risks and Benefits of Green Spaces for Children: a cross-

sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 122, n. 12, p. 1329-1335, dez. 2014.

DOBBERT, L. Y.; ZANLORENZI, H. C. P. Arborização urbana e conforto térmico: um estudo para a cidade de Campinas/SP/Brasil. **Revista LABVERDE**, [s.l.], [s.v.], n. 9, p. 73-85, 28 jan. 2015.

DOVER, D. C.; BELON, A. P. The health equity measurement framework: a comprehensive model to measure social inequities in health. **International Journal For Equity In Health**, [s.l.], v. 18, n. 1, [s.p.], 19 fev. 2019.

DRATVA, J.; ZEMP, E.; DIETRICH, D. F.; BRIDEVAUX, P. O.; ROCHAT, T.; SCHINDLER, C.; GERBASE, M. W. Impact of road traffic noise annoyance on health-related quality of life: results from a population-based study. **Quality of Life Research**, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 37-46, 2010.

DUARTE, T. E. P. N.; ANGEOLETTO, F.; RICHARD, E.; VACCHIANO, M. C.; LEANDRO, D. da S.; BOHRER, J. F. C.; LEITE, L. B.; SANTOS, J. W. M. C. Arborização urbana no Brasil: um reflexo de injustiça ambiental. **Terr@plural**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 291-303, 2011.

DZHAMBOV, A. M.; DIMITROVA, D. D. Green spaces and environmental noise perception. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.1000-1008, 2015.

EMER, A.A.; BORTOLINI, C. E.; ARRUDA, J. H.; ROCHA, K. F; MELLO, N. A. Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 01, n. 6, 2011.

FALAVIGNA, A.; BEZERRA, M. L. de S.; TELES, A. R.; KLEBER, F. D.; VELHO, M. C.; SILVA, R. C. da; MAZZOCHIN, T.; SANTIN, J. T.; MOSENA, G.; BRAGA, G. L. de. Consistency and reliability of the Brazilian Portuguese version of the Mini-Sleep Questionnaire in undergraduate students. **Sleep and Breathing**, v. 15, n. 3, p. 351-355, 2010.

FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. FHWA. Traffic noise model, technical manual. Washington: FWHA. 1998.

FLORA DO BRASIL ONLINE. FBO. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>; Acesso em: 16 maio 2019.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controles**. Florianópolis: S. N. Y. Gerges, 2000.

GHIMIRE, R.; FERREIRA, S.; GREEN, G. T.; POUDYAL, N. C.; CORDELL, H. K.; THAPA, J. R. Green space and adult obesity in the United States. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 136, p. 201-212, jun. 2017.

- GIDLÖF-GUNNARSSON, A.; ÖHRSTRÖM, E. Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas. **Landscape and Urban Planning**, [s.l.], v. 83, n. 2-3, p.115-126, nov. 2007.
- GOZALO, G. R.; MORILLAS, J. M. B.; GONZÁLEZ, D. M.; MORAGA, P. A. Relationships among satisfaction, noise perception, and use of urban green spaces. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 624, [s.n.], p.438-450, maio 2018.
- GUSKI, R.; SCHRECKENBERG, D.; SCHUEMER, R. WHO environmental noise guidelines for the european region: a systematic review on environmental noise and annoyance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 14, n. 12, p.1539-1577, 8 dez. 2017.
- HOCHMAN, B.; NAHAS, F. X.; OLIVEIRA FILHO, R. S. de; FERREIRA, L. M. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirurgica Brasileira**, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 2-9, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2000 CD 1.01 Questionário Básico**. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/censo/quest\\_basico.pdf](https://www.ibge.gov.br/censo/quest_basico.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Itajubá**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itajuba/panorama>. Acesso em: 29 out. de 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Malhas territoriais municipais – MG e SP**. 2014. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2014/MG/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2014/MG/). Acesso em 12 nov. 2019.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO. ISO 1996-1:2016 Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures. 2016.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO. ISO 1996-2: 2017. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of sound pressure levels. 2017.
- JAMES, P.; HART, J. E.; BANAY, R. F.; LADEN, F. Exposure to greenness and mortality in a nationwide prospective cohort study of women. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 124, n. 9, p. 1344-1352, set. 2016.
- KALE, P. L.; COSTA, A. J. L.; LUIZ, R. R. Medidas de efeito e medidas de associação. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 115-123, 2006.
- KOCHTITZKY, C. S.; FRUMKIN, H.; RODRIGUEZ, R.; DANNENBERG, A. L.; RAYMAN, J.; ROSE, K.; GILLIG, R.; KANTER, T. Urban planning and public health at CDC. **Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)**, [s.l.], v. 55, supl. 2, p.34-38, dez. 2006.

KOHLHUBER, M.; MIELCK, A.; WEILAND, S. K.; BOLTE, G. Social inequality in perceived environmental exposures in relation to housing conditions in Germany. **Environmental Research**, [s.l.], v. 101, n. 2, p. 246-255, jun. 2006.

KOPROWSKA, K; ŁASZKIEWICZ, E.; KRONENBERG, J.; MARCIŃCZAK, S. Subjective perception of noise exposure in relation to urban green space availability. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 31, p.93-102, abr. 2018.

LEAFFER, D. J.; MAILK, R; TRACEY, B.; GUTE, D. M.; HASTINGS, A. L.; ROOF, C. J.; NOEL, G. J. Correlating transportation noise frequencies with ultrafine particulate emissions by source: Implications for environmental health studies. **Proceedings of Meetings on Acoustics**, [s.l.], v. 30, [s.n.], p.1-13, jun. 2017.

LI, H. N.; CHAU, C. K.; TANG, S. K. Can surrounding greenery reduce noise annoyance at home? **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 408, n. 20, p.4376-4384, set. 2010.

LI, M.; VAN RENTERGHEM, T.; KANG, J.; VERHEYEN, K.; BOTTELDOOREN, D. Sound absorption by tree bark. **Applied Acoustics**, [s.l.], v. 165, p. 107328, ago. 2020.

LIMA, G. V. B. de A.; PEREIRA, M. M.; RIBEIRO JUNIOR, C. R.; AZEVEDO, L. E. C. de; ARAÚJO, I. R. S. O direito à cidade arborizada: a arborização urbana como indicador da segregação socioeconômica em Belém do Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 79-96, 2020.

LIU, H.; LI, F.; LI, J.; ZHANG, Y. The relationships between urban parks, residents' physical activity, and mental health benefits: A case study from Beijing, China. **Journal of Environmental Management**, Amman, v. 190, [s.n.], p.223-230, abr. 2017.

LOPEZ, G. A. P.; SOUZA, L. C. L. de. Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 18, n. 4, p.161-175, out. 2018.

LUCON, F.; LONGO, R. Alterações na temperatura da superfície do solo em função de diferentes formas de cobertura superficial do solo. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 523-538, out./dez. 2019.

LUIZ, R. R. Associação estatística em epidemiologia. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 309-334, 2006.

LWANGA, S. K.; LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual**. Geneva: World Health Organization, 1991. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40062/9241544058\\_%28p1-p22%29.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40062/9241544058_%28p1-p22%29.pdf). Acesso em: 22 nov. 2019.

MACHADO, A. K. F. **Problemas de sono em população rural do sul do Brasil: um estudo de base populacional**. 2017. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Epidemiologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

MADHAV, J. V. Evaluation of the environmental noise level of sangamner city, and the study of sound absorption coefficient of wood of select trees to control noise level (march 5, 2012). **The IUP Journal of Environmental Sciences**, v. 5, n. 2, p. 37-46, maio 2011.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanas -terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. **Floresta e Ambiente**, [s.l.], p.23-26, jan. 2006.

MAGNANI, M. M. F.; TORRES, T. Z. G. de; PEREIRA, B. de B. Probabilidade e distribuições de probabilidade. MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M. de; BLOCH, K. V.; LUIZ, R. R.; WERNECK, G. L. (eds.). **Epidemiologia**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 245-258, 2006.

MARGARITIS, E.; KANG, J. Relationship between urban green spaces and other features of urban morphology with traffic noise distribution. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 15, p.174-185, 2016.

MARICATO, E. Metrôpole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 17, n. 48, p.151-166, ago. 2003.

MARICATO, E. Para entender a crise urbana. **CaderNAU-Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas**, [s.l.], v.8, n. 1, p. 11-22, 2015.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo em Perspectiva**, [s.l.], v. 14, n. 4, p.21-33, out. 2000.

MARKS, A.; GRIEFAHN, B. Associations between noise sensitivity and sleep, subjectively evaluated sleep quality, annoyance, and performance after exposure to nocturnal traffic noise. **Noise and Health**, [s.l.], v. 9, n. 34, p.1-7, 2007.

MARTO, N. Ondas de calor: impacto sobre a saúde. **Acta Médica Portuguesa**, [s.l.], v. 18, [s.n.], p.467-474.

MATOS, E.; QUEIROZ, L.P. **Árvores para Cidades**. 1. ed. Salvador: Solisluna, 2009.

MENDONÇA, F. de A.; SOUZA, A. V. e; DUTRA, D. de A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 257-269, dez. 2009.

MINAS GERAIS. Lei Ordinária nº 7.302, de 21 de julho de 1978. Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais. Belo Horizonte.

MINAS GERAIS. Lei Ordinária nº 10.100, de 17 de janeiro de 1990. Dá nova redação ao artigo 2o. Da Lei nº 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Conservation International do Brasil/Fundação SOS Mata Atlântica/Fundação Biodiversitas/Instituto de

Pesquisas Ecológicas/ Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG, Brasília, 2000. 45 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Espécies Exóticas Invasoras**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MONICO, I. M. **Árvores e arborização urbana na cidade de Piracicaba/SP: um olhar sobre a questão à luz da educação ambiental**. 2001. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-08072005-155525/publico/IlzaMonico.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

MORERO, A. M.; SANTOS, R.; FIDALGO, E. C. C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso em Campinas-SP. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p.19-30, jun. 2007.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro; Fortaleza: ABES, 2011.

MURGEL, E. **Fundamentos de acústica ambiental**. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

NAVAI, M. VEITCH, J. A. Acoustic Satisfaction in Open-Plan Offices: Review and recommendations. **Acoustic Satisfaction Review**, [s.l.], [s.p.], jan. 2003.

NOWAK, D. J.; HIRABAYASHI, S.; BODINE, A.; GREENFIELD, E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. **Environmental Pollution**, [s.l.], v. 193, p. 119-129, out. 2014.

NUNES, M.; RIBEIRO, H. Interferências do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida: zona residencial de Brasília/DF. **Caderno Metrôpoles**, [s.l.], [s.v.], n. 19, p. 319-338, 2008.

OLIVEIRA, J. D. de; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; REIS, A. R. N. dos; NESI, J. Atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas pela vegetação em Curitiba – Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.13-26, 7 dez. 2018.

OSAKO, L. K.; TAKENAKA, E. M. M.; SILVA, P. A. da. Arborização urbana e a importância do planejamento ambiental através de políticas públicas. **Revista Científica Anap Brasil**, [s.l.], v. 9, n. 14, p. 1-8, 15 nov. 2016.

OUIS, D. Exposure to nocturnal road traffic noise: sleep disturbance its after effects. **Noise and Health**, [s.l.], v. 1, n. 4, p.11-36, jan. 1999.

OW, L. F.; GHOSH, S. Urban cities and road traffic noise: reduction through vegetation. **Applied Acoustics**, [s.l.], v. 120, p. 15-20, maio 2017.

PAIXÃO, E.de J.; NOGUEIRA, P. J. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, [s.l.], v. 21, n. 1, p.41-54, jun. 2003.

PASSCHIER-VERMEER, W.; PASSCHIER, W. F. Noise exposure and public health. **Environmental Health Perspectives**, [s.l.], v. 108, n. 1, p.123-131, mar. 2000.

PATZ, J. A.; GRACZYK, T. K.; GELLER, N.; VITTOR, A. Y. Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. **International Journal for Parasitology**, [s.l.], v. 30, n. 12-13, p. 1395-1405, nov. 2000.

PAZ, E. C. da; FERREIRA, A. M. C.; ZANNIN, P. H. T. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.467-472, jun. 2005.

PORTO, M. L.; JESUS, E. dos S.; PEREIRA JUNIOR, A. Analysis of trends in the relationships between vehicle flow, afforestation, and noise intensity levels. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - Enflo**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 87, 3 jan. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. PMC. **Cartilha de arborização urbana Estância Balneária de Caraguatatuba**. 2016. Disponível em: [https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/wp-content/uploads/2016/11/cartilha\\_arborizacao\\_meio\\_ambiente.pdf](https://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/wp-content/uploads/2016/11/cartilha_arborizacao_meio_ambiente.pdf). Acesso em: 19 maio 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Decreto nº 6.906, de 8 de março de 2018. Regulamenta a Lei Municipal nº 3.200/2017, que dispõe sobre a perturbação do sossego. Itajubá/MG.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Lei Complementar nº 08, de 30 de dezembro de 2003: Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Itajubá e dá outras providências. Itajubá/MG.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Lei Ordinária nº 3.200, de 6 de setembro de 2017. Dispõe sobre a perturbação do sossego e dá outras providências. Itajubá/MG.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Lei nº 2.849, de 25 de julho de 2011. Dispõe sobre a obrigação de implantação de projeto de arborização em condomínios de Itajubá e dá outras providências. Itajubá/MG.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Lei nº 3.352, de 17 de dezembro de 2019. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá e dá outras providências. Itajubá/MG, 2019a.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJUBÁ. PMI. Lei nº 3.353, de 17 de dezembro de 2019. Disciplina o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no Município de Itajubá. Itajubá/MG, 2019b.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDH Global 2014**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idh-global.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDHM Unidades da Federação 2010**. Disponível em:

<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-uf-2010.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

RAGETTLI, M. S.; GOUDREAU, S.; PLANTE, C.; PERRON, S.; FOURNIER, M.; SMARGIASSI, A. Annoyance from road traffic, trains, airplanes and from total environmental noise levels. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.90-102, 29 dez. 2015.

RIBEIRO, H.; VARGAS, H. C. Urbanização, globalização e saúde. **Revista USP**, [s.l.], n. 107, p.13-26, 17 dez. 2015.

ROSSETTI, A. I. N.; PELLEGRINO, P. R. M.; TAVARES, A. R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.1-24, maio 2010.

SAKAI, O. A.; WEDEKIND, J. R.; GORLA, G. C. dos S. L.; LEOPOLD, G. L.; BERTINOTI, G. K. Ruído no meio urbano: perspectivas e diagnóstico. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 5, n. 10, p.20586-20596, out. 2019.

SAKIEH, Y.; JAAFARI, S.; AHMADI, M.; DANEKAR, A. Green and calm: Modeling the relationships between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 24, p.195-211, maio 2017.

SANCHES, P. M.; COSTA, J. A. da; SILVA FILHO, D. F. da. Análise comparativa dos planos diretores de arborização enquanto instrumento de planejamento e gestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**, Piracicaba – SP, v. 3, n. 4, p. 53-74, 2008.

SANTOS, M. **A redescoberta da natureza**. São Paulo: FFLCH/USP, 1992.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: HUCITEC Ltda, 1993.

SCHLEE, M. B. Ocupação de encostas urbanas: algumas considerações sobre resiliência e sustentabilidade. **Caderno Metrópoles**, São Paulo, v. 15, n. 29, p. 241-264, 2013.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. E. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU**, Piracicaba – SP, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.

SHEPHERD, D.; DIRKS, K.; WELCH, D.; McBRIDE, D.; LANDON, J. The covariance between air pollution annoyance and noise annoyance, and its relationship with health-related quality of life. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 8, p.792-806, 6 ago. 2016.

SILVA, J. A. **Direito urbanístico brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2012.

SIQUEIRA-GAY, J.; DIBO, A. P. A.; GIANNOTTI, M. A. Vulnerabilidade às ilhas de calor no município de São Paulo: uma abordagem para a implantação de medidas mitigadoras na



gestão urbana. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.105-123, 1 ago. 2017.

SMITH, K.R.; WOODWARD, A.; CAMPBELL-LENDRUM D.; CHADEE, D. D.; HONDA, Y.; LIU, Q.; OLWOCH, J. M.; B. REVICH, B; SAUERBORN, R. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: FIELD, C.B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O., GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (eds.). **Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part a: global and sectoral aspects. contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.** United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge, 2014, p. 709-754. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf). Acesso em: 02 abr. 2019.

STANSFELD, S. Noise effects on health in the context of air pollution exposure. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 12, n. 10, p.12735-12760, 14 out. 2015.

STEELE, C. A critical review of some traffic noise prediction models. **Applied Acoustics**, [s.l.], v. 62, n. 3, p. 271-287, 2001.

SYGNA, K.; AASVANG, G. M.; AAMODT, G.; OFTEDAL, B.; KROG, N. H. Road traffic noise, sleep and mental health. **Environmental Research**, [s.l.], v. 131, p. 17-24, maio 2014.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [s.l.], v. 29, p. 177-193, 6 dez. 2013.

TAKANO, T.; NAKAMURA, K.; WATANABE, M. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces: the importance of walkable green spaces. **Journal of Epidemiology & Community Health**, [s.l.], v. 56, n. 12, p. 913-918, 1 dez. 2002.

THE PLANT LIST. TPL. **Version 1.1**. 2013. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 06 abr. 2020.

TONG, H.; KANG, J. Relationships between noise complaints and socio-economic factors in England. **Sustainable Cities and Society**, p. 102573, nov. 2020.

TONNE, C.; MILÀ, C.; FECHT, D.; ALVAREZ, M.; GULLIVER, J.; SMITH, J.; BEEVERS, S.; ANDERSON, H. R.; KELLY, F. Socioeconomic and ethnic inequalities in exposure to air and noise pollution in London. **Environment International**, v. 115, p. 170-179, jun. 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SÃO PAULO. UNESP. Guia de arborização urbana. Disponível em: <https://www.registro.unesp.br/Home/graduacao5111/2017-guia-de-arborizacao-urbana-do-municipio-de-registro.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

VIANNA, K. M. de P.; RODRIGUES, R. M. C.; CARDOSO, M. R. A. Noise pollution and annoyance: An urban soundscapes study. **Noise and Health**, [s.l.], v. 17, n. 76, p.125-133, maio-jun. 2015.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D. View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads. **Landscape and Urban Planning**, [s.l.], v. 148, p.203-215, abr. 2016.

WATANABE, M.; SHOBUGAWA, Y.; TASHIRO, A.; OTA, A.; SUZUKI, T.; TSUBOKAWA, T.; KONDO, K.; SAITO, R. Association between neighborhood environment and quality of sleep in older adult residents living in Japan: the JAGES 2010 cross-sectional study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 1398, 21 fev. 2020.

WATTS, N.; ADGER, W. N.; AYEB-KARLSSON, S.; BAI, Y.; BYASS, P.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; COLBOURN, T.; COX, P.; DAVIES, M.; DEPLEDGE, M. The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. **The Lancet**, [s.l.], v. 389, n. 10074, p.1151-1164, mar. 2017.

WEYDE, K.; KROG, N.; OFTEDAL, B.; EVANDT, J.; MAGNUS, P.; ØVERLAND, S.; CLARK, C.; STANSFELD, S.; AASVANG, G. Nocturnal Road Traffic Noise Exposure and Children's Sleep Duration and Sleep Problems. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 14, n. 5, p. 491-12, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Urban planning essential for public health**. 2010. Disponível em: [https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban\\_health\\_20100407/en/](https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/en/). Acesso em: 19 abr. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Burden of disease from environmental noise**: quantification of healthy life years lost in Europe. 2011. Disponível em [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf). Acesso em: 05 abr. 2019.

ZANNIN, P. H. T.; SZEREMETA, B. Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.683-686, abr. 2003.

ZOMER, J.; PELED, R.; RUBIN, A. H.; LAVIE, P. Mini Sleep Questionnaire (MSQ) for screening large population for EDS complaints. In: KOELLA, W.P.; RUETHER, E., SCHULZ, H. (eds.). Sleep'84: proceedings of the 7. European Congress on Sleep Research; 3-7 Sep 1984; Munich, Germany. Basel: Karger; 1985; p.469-70.

# APÊNDICE

## APÊNDICE I

### QUESTIONÁRIO

Nesta parte do questionário o funcionário deve registrar a frequência em que tem sentido dor, dormência, formigamento ou desconforto nas regiões do corpo. Para isso, deverá ser assinalado uma das opções em cada questão.

Endereço: \_\_\_\_\_

1. Qual a sua idade? \_\_\_\_\_

2. Há quanto tempo o(a) senhor(a) reside nesta habitação?

- Menos que 6 meses
- Entre 6 meses e 1 ano
- Entre 1 a 2 anos
- Mais que dois anos

3. Qual seu sexo?

- Feminino
- Masculino

4. Qual sua raça?

- Branca
- Parda
- Preta
- Amarela
- Indígena

5. Mora junto com um(a) companheiro(a)?

- Não tem companheiro (a)
- Vive com o (a) companheiro (a)

6. Qual o seu nível de escolaridade?

- Alfabetizado
- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio completo
- Ensino superior incompleto
- Ensino superior completo

7. Qual a renda mensal total do(s) morador(es) da residência?

- Até 1 salário mínimo (R\$ 954)
- Entre 2 e 4 salários mínimos (R\$ 3.816,00)
- Entre 4 e 5 salários mínimos (R\$ 4.770,00)
- Mais que 5 salários mínimos (mais que R\$ 4.770,00)

8. Qual a configuração residencial da sua residência?

- Vive sozinho (a)
- Com mais 1 pessoa
- Com mais 2 pessoas
- Com mais de duas pessoas

9. O(a) senhor(a) sente-se incomodado com o ruído do tráfego rodoviário presente na proximidade da sua residência?

- Sim
- Não

10. Se sim, cite a intensidade de incômodo causado pelo ruído do tráfego rodoviário

- Ausência de incômodo
- Pouco incomodado
- Indiferente
- Incomodado
- Muito incomodado

11. O(a) senhor(a) percebe a presença de arborização urbana na proximidade da sua residência?

- Sim
- Não

12. Com que frequência o(a) senhor(a) acredita que essa arborização está presente na proximidade da sua residência?

- Muito baixa intensidade
- Baixa intensidade
- Média intensidade
- Alta intensidade
- Muito alta intensidade

13. O(a) senhor(a) acredita que exista uma diminuição do incômodo do ruído do tráfego rodoviário devido a presença de vegetação urbana presente na área?

- Sim
- Não

14. Se sim, cite a intensidade desta diminuição do incômodo

- Muito baixa diminuição
- Baixa diminuição
- Média diminuição
- Alta diminuição
- Muito alta diminuição

15. O(a) senhor(a) acredita que haja uma interferência na qualidade do seu sono devido ao tráfego rodoviário presente na área? Se sim, favor, responder as questões abaixo

- Sim
- Não

16. Com que frequência o(a) senhor(a) tem dificuldade de adormecer à noite?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

17. Com que frequência o(a) senhor(a) acorda de madrugada e não consegue adormecer de novo?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

18. Com que frequência o(a) senhor(a) toma tranquilizantes ou remédios para dormir?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

19. Com que frequência o (a) senhor (a) dorme durante o dia?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

20. Com que frequência, ao acordar de manhã, o(a) senhor(a) ainda se sente cansado(a)?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

21. Com que frequência o(a) senhor(a) ronca à noite (que o(a) senhor(a) saiba)?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

22. Com que frequência o(a) senhor(a) acorda durante a noite?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

23. Com que frequência o(a) senhor(a) acorda com dor de cabeça?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

24. Com que frequência o(a) senhor(a) sente cansaço sem ter nenhum motivo aparente?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre

Ignorado (IGN)

25. Com que frequência o(a) senhor(a) tem o sono agitado, como mudanças de posição ou movimentos de pernas/braços (que o(a) senhor(a) saiba)?

- Nunca
- Muito raramente
- Raramente
- Às vezes
- Frequentemente
- Muito frequentemente
- Sempre
- Ignorado (IGN)

26. O(a) senhor(a) acredita que a arborização presente na área contribui pela melhoria da qualidade do seu sono?

- Sim
- Não

27. Se sim, cite a intensidade desta melhoria.

- Inexistência de melhoria
- Baixa melhoria
- Média melhoria
- Alta melhoria
- Muito alta melhoria

**Obrigada pela atenção!**

## **APÊNDICE II**

### **CARTA DE APRESENTAÇÃO DO ESTUDO AO RESIDENTE**

Prezado (a) Senhor (a),

O (a) senhor (a) está sendo convidado para participar de uma pesquisa para ver se as árvores próximas à sua casa ajudam a diminuir o incômodo provocado pelo barulho dos carros na rodovia e a melhorar o sono. Esse estudo faz parte da dissertação de mestrado realizada pela Engenheira Ambiental Maria Elisa Diniz Bucci na Universidade Federal de Itajubá. As informações obtidas através dos questionários aplicados servirão somente para a realização da pesquisa, que visa propor melhorias na área da saúde da população.

Nesse sentido, visando tanto a sua segurança quanto a da pesquisadora diante o atual cenário de pandemia, o questionário será aplicado de forma online em horário previamente agendado com a pesquisadora pelo telefone ou WhatsApp (35) 98411-5694 ou pelo e-mail [maelisdiniz@gmail.com](mailto:maelisdiniz@gmail.com). Sua participação nesse estudo é de grande relevância, mas, caso não queira ou não possa, isso não vai lhe trazer nenhum problema.

É válido destacar, ainda, que todas as identidades serão tratadas de forma confidencial. Qualquer dúvida entrar em contato com Maria Elisa Diniz Bucci pelo telefone ou e-mail listados acima.

Atenciosamente,

**Maria Elisa Diniz Bucci**

Engenheira Ambiental

Mestranda em Meio Ambiente e Recursos Hídricos, UNIFEI

## **APÊNDICE III**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

TÍTULO DO PROJETO: “RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO E QUALIDADE DO SONO EM ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ/MG”.

#### **PESQUISADORA RESPONSÁVEL PELO PROJETO:**

Nome: Maria Elisa Diniz Bucci, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Felipe Silva e coorientação da Profa. Dra. Luciana Botezelli.

#### **COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) RESPONSÁVEL PELO ACEITE DO PROJETO:**

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Itajubá (MG) – CEP FMIT

Endereço: Av. Renó Júnior, 368

CEP: 37502-138 – Itajubá/MG – Brasil

Tel.: (035) 3629-8700

E-mail: contato@fmit.edu.br

Prezado (a) senhor (a),

O (A) senhor (a) está sendo convidado para participar de uma pesquisa para ver se as árvores próximas à sua casa ajudam a diminuir o incômodo provocado pelo barulho dos carros na rodovia e a melhorar o sono. Sua participação nesse estudo é voluntária e muito importante para nós, mas, se o (a) senhor (a) não quiser ou não puder participar ou, ainda, se quiser desistir depois de iniciar, isso não vai lhe trazer nenhum problema. O (A) senhor (a) não será identificado e outras pessoas não poderão ter acesso ao que você nos respondeu, garantindo o sigilo e anonimato das informações. O (A) senhor (a) pode conhecer os resultados a qualquer momento, basta entrar em contato com a pesquisadora por meio do e-mail [maelisdiniz@gmail.com](mailto:maelisdiniz@gmail.com). Suas respostas serão importantes para poder entender esses problemas, que serão estudados por Maria Elisa Diniz Bucci (entrevistadora) e pelo Professor Luiz Felipe Silva (Universidade Federal de Itajubá).



Tempo para responder as perguntas: 20 minutos.

Eu concordo de livre e espontânea vontade em ajudar o estudo “RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO E QUALIDADE DO SONO EM ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ/MG”.

Todas as dúvidas ou informações necessárias foram esclarecidas para mim. Estou ciente que:

1. O estudo não pode pagar nada pela minha participação.
2. Os resultados deste estudo poderão ajudar para proteger os residentes da área e garantir um ambiente seguro e saudável.
3. Eu devo responder a algumas perguntas sobre informações pessoais referentes a mim e aos demais moradores da minha residência e, também, o que eu acho sobre o incômodo e a minha qualidade do sono em relação ao intenso tráfego rodoviário presente na área e se as árvores ajudam de algum modo nestes dois pontos citados.
4. As perguntas serão feitas apenas para este estudo e não vão atrapalhar minha condição pessoal e profissional nem vão me causar problemas, a não ser o tempo gasto para responder às perguntas.
5. As respostas às perguntas são coletadas pessoa por pessoa, e só participarão a pesquisadora e eu.
6. A minha participação nesse estudo não é para tratar de alguma doença e não vou pagar nada por ajudar.
7. Os autores poderão espalhar os resultados que eles encontraram, mas o que eu disse sobre mim não vai aparecer de forma alguma. Minha privacidade está garantida. A divulgação dos resultados, assim como, a coleta dos dados, será feita de forma a não me identificar.
8. Eu posso desistir ou parar de ajudar nesse estudo no momento em que eu quiser e não preciso explicar por quê.

9. Se eu desistir, isso não vai causar nenhum prejuízo para a minha saúde ou para meu bem-estar nem vai atrapalhar o meu atendimento ou tratamento médico.

A colaboração do (a) senhor (a) será muito importante para o sucesso desta pesquisa, pela qual, somos muito agradecidos.

Itajubá, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Concordância/Assinatura do paciente ou sujeito

---

Concordância/Assinatura do pesquisador que aplicou o termo

Dúvidas ou reclamações contatar:

Maria Elisa Diniz Bucci:

Av. BPS, 1303

37500-903 – Itajubá – MG

Tel: (35) 98411-5694

E-mail: maelisadiniz@gmail.com

Luiz Felipe Silva

Av. BPS, 1303

37500-903 – Itajubá – MG

Tel.: (35) 3629-1451

E-mail: lfelipe.unifei@gmail.com

# APÊNDICE IV

## PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

FACULDADE DE MEDICINA DE  
ITAJUBÁ - FMIT



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** RUÍDO E VEGETAÇÃO URBANA: ESTUDO SOBRE INCÔMODO E QUALIDADE DO SONO EM ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ/MG

**Pesquisador:** MARIA ELISA DINIZ BUCCI

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 29616020.4.0000.5559

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Itajubá

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.220.726

#### Apresentação do Projeto:

Estudo realizado em rodovias movimentadas de Itajubá - MG, o qual tem como objetivo analisar o incômodo e a qualidade do sono de uma população que se encontra exposta ao ruído oriundo do tráfego de carros nessa rodovia. A amostra será composta por 150 moradores maiores de idade, que serão selecionados aleatoriamente. No que se refere à investigação na qualidade do sono, será utilizado o questionário Mini Sleep Questionnaire, e para detecção dos níveis sonoros serão levantados os valores equivalente (LAeq), nas vias escolhidas e nas residências selecionadas, tanto de áreas protegidas por um cinturão verde, quanto em áreas sem a presença deste cinturão.

Cópia do documento: PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1513013.

#### Objetivo da Pesquisa:

- Analisar a associação entre a presença de vegetação, a ocorrência de incômodos e a interferência na qualidade do sono decorrentes da exposição ao ruído em áreas distintas do município de Itajubá - MG;
- Avaliar os níveis de ruídos presentes na área urbana arborizada e na área não arborizada;
- Identificar a eficiência do cinturão verde na atenuação do ruído proveniente do tráfego rodoviário presente na área analisada;
- Estimar os níveis de ruído na área analisada utilizando modelagem matemática e computacional;

**Endereço:** Av. Rennó Júnior, 368

**Bairro:** São Vicente

**CEP:** 37.502-138

**UF:** MG

**Município:** ITAJUBA

**Telefone:** (35)3629-8700

**Fax:** (35)3629-8702

**E-mail:** cep@fmit.edu.br

FACULDADE DE MEDICINA DE  
ITAJUBÁ - FMIT



Continuação do Parecer: 4.220.726

- Relatar a percepção da população exposta ao ruído ambiental quanto à associação entre incômodo e vegetação urbana;

Cópia do documento: PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1513013.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: Existe um risco mínimo e destacam levando em consideração a atual crise sanitária ocasionada pela pandemia do novo coronavírus e buscando garantir a segurança da pesquisadora e dos sujeitos da pesquisa e minimizar qualquer risco existente, todos os questionários serão aplicados de forma remota e online e seguirão as regras para garantir a segurança do participante.

Benefícios: Melhorar a qualidade de vida de vida da comunidade, representada pelo benefício do sono e a redução do incômodo causado pela exposição constante ao ruído proveniente do tráfego rodoviário. Além disso, a pesquisa pode servir de base para a elaboração de políticas públicas que favoreçam a saúde coletiva e beneficiem o bem-estar social.

Cópia do documento: PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1513013.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Tipo de estudo: transversal;

Unicêntrico;

A se realizar no Brasil;

Amostra: 150 indivíduos maiores de idade;

Ano: 2020;

Local de pesquisa: Uma rodovia movimentada do município de Itajubá/MG.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de rosto: presente e devidamente assinada;

TCLE: presente;

Cronograma: presente.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há óbices éticos. Conforme previsto na resolução 466/2012, os proponentes da pesquisa deverão emitir relatório semestral e submetê-lo à apreciação deste CEP. O relatório final deverá

**Endereço:** Av. Rennó Júnior, 368

**Bairro:** São Vicente

**CEP:** 37.502-138

**UF:** MG

**Município:** ITAJUBA

**Telefone:** (35)3629-8700

**Fax:** (35)3629-8702

**E-mail:** cep@fmit.edu.br

FACULDADE DE MEDICINA DE  
ITAJUBÁ - FMIT



Continuação do Parecer: 4.220.726

ser enviado utilizando-se da opção "Enviar Notificação". Essa opção está descrita no manual "Submeter Notificação" disponível na Central de Suporte (canto superior direito do portal [www.saude.gov.br/plataformabrasil](http://www.saude.gov.br/plataformabrasil))

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1513013.pdf	28/07/2020 00:36:55		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado_MariaElisa_v4_23_07_2020.docx	28/07/2020 00:30:20	MARIA ELISA DINIZ BUCCI	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto_Final_24_07_2020.pdf	28/07/2020 00:29:39	MARIA ELISA DINIZ BUCCI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MariaElisa_v3_29_06_2020.docx	29/06/2020 17:52:44	MARIA ELISA DINIZ BUCCI	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ITAJUBA, 18 de Agosto de 2020

---

**Assinado por:**  
**Paulo José Oliveira Cortez**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Rennó Júnior, 368  
**Bairro:** São Vicente **CEP:** 37.502-138  
**UF:** MG **Município:** ITAJUBA  
**Telefone:** (35)3629-8700 **Fax:** (35)3629-8702 **E-mail:** cep@fmit.edu.br

## APÊNDICE V

### MAPA DE RUÍDO

