

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO

Felipe Arlindo Silva

**Um panorama sobre o mapeamento de quantidade sonora (MQS) no Brasil:
investigação de mecanismos eficientes para o desenvolvimento e aplicação do
mapeamento em cidades de médio porte.**

Juiz de Fora
2021

Felipe Arlindo Silva

**Um panorama sobre o mapeamento de quantidade sonora (MQS) no Brasil:
investigação de mecanismos eficientes para o desenvolvimento e aplicação do
mapeamento em cidades de médio porte.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Orientador: DSc. Fernando Tadeu de Araújo Lima

Coorientador: DSc. Ernani Simplício Machado

Juiz de Fora

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Felipe Arlindo.

Um panorama sobre o mapeamento de quantidade sonora (MQS) no Brasil: : investigação de mecanismos eficientes para o desenvolvimento e aplicação do mapeamento em cidades de médio porte. / Felipe Arlindo Silva. -- 2021.

167 p. : il.

Orientador: Fernando Tadeu de Araújo Lima

Coorientador: Ernani Simplício Machado

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, 2021.

1. Acústica urbana. 2. Mapa de Quantidade Sonora. 3. Poluição sonora. I. Lima, Fernando Tadeu de Araújo, orient. II. Machado, Ernani Simplício, coorient. III. Título.

Felipe Arlindo Silva

**Um panorama sobre o mapeamento de quantidade sonora (MQS) no Brasil:
investigação de mecanismos eficientes para o desenvolvimento e aplicação do
mapeamento em cidades de médio porte.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ambiente Construído. Área de concentração: Ambiente Construído.

Aprovada em: 02 de dezembro de 2021

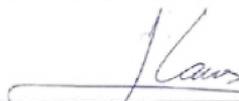
BANCA EXAMINADORA



DSc. Fernando Tadeu de Araújo Lima - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



DSc. Ernani Simplício Machado - Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



DSc. Klaus Chaves Alberto
Universidade Federal de Juiz de Fora



DSc. Victor Mourthé Valadares
Universidade Federal de Minas Gerais

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me inspiram e me auxiliaram na realização desta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus que me guiou e iluminou o meu caminho ao longe desta caminhada diariamente.

Agradeço também aos meus pais e irmão pelo apoio e compreensão nos dias claros e sombrios que perpassaram por estes anos de pesquisa.

Agradeço aos meus amigos e companheiros de estrada, que passaram e permaneceram ao meu lado em todos os momentos difíceis e alegres que tive durante esta pesquisa e na vida.

Agradeço imensamente ao meu orientador Fernando pela amizade e paciência diante dos desafios de desenvolver uma pesquisa diferente da qual esteve acostumado a trabalhar, com diversas mudanças de percurso.

Agradeço ao grande amigo e coorientador Ernani pelo apoio e suporte em projetos de vida e nesta pesquisa, me incentivando incansavelmente a seguir profissionalmente na área da acústica.

Agradeço aos professores Klaus (UFJF) e Victor (UFMG) pelas contribuições significativas para a construção e finalização deste trabalho.

Deixo também meus agradecimentos a CAPES e a UFJF pelo financiamento e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

“A preocupação com a acústica não está relacionada apenas ao seu desempenho em ambientes internos, mas também, ao controle de ruído e preservação da qualidade no meio ambiente.” (GUEDES, 2005 – pág.: 1)

RESUMO

Tendo em vista a dinâmica demográfica, a urbanização e a transformação das cidades, bem como da população que nelas habitam e de suas respectivas atividades, acredita-se que o meio ambiente construído vem se tornando, se torne cada vez mais sonante, com diversificação de fontes e mesmo uma densificação por categoria. Este aspecto do ambiente, que potencialmente ocasiona efeitos nocivos e, em alguns casos, irreversíveis à saúde humana, proporcionando um ambiente urbano confuso e uma habitabilidade precarizada. Para investigar o aspecto sonoro do ambiente urbano, é possível recorrer ao mapeamento de quantidade sonora (MQS), que consiste em uma representação cromática dos níveis de pressão sonora (NPS), auxiliando na configuração do ambiente sonoro urbano e contribuindo para a identificação potencial das áreas degradadas e uma análise de projeções quando há modificações territoriais. No âmbito nacional, este recurso ainda vem sendo utilizado de forma modesta com estudos realizados geralmente em grandes centros urbanos, em pontos onde há maior concentração populacional e sem um padrão único de avaliação. Este trabalho teve por objetivo identificar e comparar métodos de mapeamento de quantidade sonora já aplicados em cidades brasileiras. Para tal, foi aplicada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) em algumas plataformas de pesquisas nacionais e internacionais, a fim de se obter um panorama de (1) iniciativas em MQS, denominados não adequadamente de mapeamento acústico, sonoro ou de ruído no Brasil, (2) o que foi desenvolvido e aplicado por tais iniciativas, e (3) quando e onde essas iniciativas foram realizadas. Para esta revisão foi elaborado um protocolo de filtragem e seleção de publicações, cujo intuito consistiu em obter dados comparáveis entre as iniciativas em diferentes municípios, atentando aos descritores dos níveis de pressão sonora, para que as experiências mais eficientes e de menor custo possam ser identificadas, compartilhadas, estudadas e aplicadas no planejamento urbano a nível nacional. Neste contexto, foram apresentados os casos de iniciativas de MQS em todas as regiões do país, com apontamentos dos principais materiais e métodos utilizados no processo de sua elaboração. Por fim, foram apontadas iniciativas em MQS com melhor eficiência para a aplicação e análise desse aspecto do ambiente em cidades brasileiras, além de possíveis projeções e desdobramentos para esta pesquisa.

Palavras-chave: Acústica urbana; Mapa de Quantidade Sonora; Poluição sonora.

ABSTRACT

Given the demographic dynamics, urbanization and transformation of cities, as well as the population that inhabits them and their respective activities, it is believed that the built environment is becoming increasingly resonant, with a diversification of sources and even a densification by category. This aspect of the environment, which potentially causes harmful and, in some cases, irreversible effects on human health, providing a confusing urban environment and precarious habitability. To investigate the sound aspect of the urban environment, it is possible to resort to sound quantity mapping (SQM), which consists of a chromatic representation of sound pressure levels (SPL), helping to configure the urban sound environment and contributing to the potential identification of noise levels. Degraded areas and an analysis of projections when there are territorial changes. At the national level, this resource is still being used modestly with studies generally carried out in large urban centers, in points where there is greater population concentration and without a single standard of evaluation. This work aimed to identify and compare sound quantity mapping methods applied in Brazilian cities. To this end, a Systematic Literature Review (SLR) was applied to some national and international research platforms in order to obtain an overview of (1) initiatives in SQM, not adequately called acoustic, sound or noise mapping in Brazil, (2) what was developed and applied by such initiatives, and (3) when and where these initiatives were carried out. For this review, a protocol for filtering and selecting publications was developed, whose purpose was to obtain comparable data between initiatives in different municipalities, paying attention to the descriptors of sound pressure levels, so that the most efficient and lowest cost experiences can be identified, shared, studied and applied in urban planning at the national level. In this context, cases of SQM initiatives in all regions of the country were presented, with notes of the primary materials and methods used their elaboration. Finally, initiatives in SQM with better efficiency were pointed out for the application and analysis of this aspect of the environment in Brazilian cities and possible projections and developments for this research.

Keywords: Urban acoustic; Sound Quantities Maps; Noise pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Modelo do Selo Ruído conforme Resolução CONAMA nº20 /1994	45
Figura 2	– Posicionamento do microfone em relação às superfícies refletoras ...	47
Figura 3	– Mapa Sonoro de Curitiba	75
Figura 4	– Mapa piloto de ruído urbano de São Paulo	80
Figura 5	– Mapa de ruído urbano diurno (esquerda) e noturno (direita) de São Paulo	81
Figura 6	– Mapa de sensibilidade de São Paulo	82
Figura 7	– Modelo de mapeamento sonoro em uma região de Fortaleza/CE	88
Figura 8	– Modelo de uma avaliação acústica prévia realizada junto a Carta Acústica de Fortaleza	89
Figura 9	– Mapa Piloto de Ruído de Manaus/AM	91
Figura 10	– Mapa Acústico de Belém (MAB)	92
Figura 11	– Proposta de fluxos para o desenvolvimento do MQS	104
Gráfico 1	– Número total de trabalhos encontrados e trabalhos identificados como potenciais após a eliminação de duplicados	53
Gráfico 2	– Número de trabalhos rastreados	55
Gráfico 3	– Proporcionalidade de publicações por região e por porte da cidade ...	56
Gráfico 4	– Número de trabalhos selecionados por período	57
Gráfico 5	– Proporcionalidade de publicações entre 2015 e 2021	58
Gráfico 6	– Proporcionalidade de publicações em função do método de levantamento de dados e programas utilizados no processo de cálculo e/ou simulação	62
Gráfico 7	– Proporcionalidade de publicações em relação as fontes sonoras	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Quadro lógico de RSL	21
Quadro 2	– Protocolo da RSL	23
Quadro 3	– Símbolos para níveis de pressão sonora	46
Quadro 4	– Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período	47
Quadro 5	– Artigos selecionados por localização	59
Quadro 6	– Métodos e ferramentas	61
Quadro 7	– Fontes sonoras estudadas	63
Quadro 8	– Parâmetros para medição e mapeamento de intensidade sonora em diferentes metodologias	65
Quadro 9	– Classificação da atividade por nível da fonte	92
Quadro 10	– Requisitos de instalação	93
Quadro 11	– Pesquisa observacional obtida para a área de estudo	98
Quadro 12	– <i>Inputs</i> básicos necessários para a elaboração do MQS	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APO	Avaliação Pós-Ocupação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIV	Estudo de Impacto de Vizinhança
FAB	Força Aérea Brasileira
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MA	Mapeamento Acústico
MNPS	Medidor de Nível de Pressão Sonora
MQS	Mapeamento de Quantidade Sonora
MR	Mapeamento de Ruído
NPS	Nível de Pressão Sonora
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SQM	Sound Quantities Mapping
SMMA	Secretaria Municipal do Meio Ambiente
SOBRAC	Sociedade Brasileira de Acústica
ISSO	União Europeia
WG-AEN	European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise
WHO	World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Atenuação do som
c	Velocidade do som
C_{met}	Correção Meteorológica
D	Densidade de Energia do Som
dB	Decibel
D_c	Correção de direção, em decibéis
F	Frequência
I	Intensidade sonora
L_{10}	Nível de pressão sonora excedido em 10% do tempo de medida efetiva
L_{90}	Nível de pressão sonora excedido em 90% do tempo de medida efetiva
$L_{Aeq, T}$	Nível de pressão sonora equivalente (ponderada na curva A)
L_{Amax}	Nível máximo de pressão sonora ponderado em A e F
$L_{Amáx}$	Nível de pressão sonora máximo ponderada em A
L_{Amin}	Nível de pressão sonora mínimo ponderada em A
$L_{AT(LT)}$	Nível de pressão sonora médio ponderado na curva A (em um longo período)
$L_{AT(DW)}$	Nível de pressão sonora equivalente ponderado na curva A (a favor do vento)
L_c	Nível Corrigido
L_d	Nível de pressão sonora diurno
$L_{ft(DW)}$	Nível de pressão sonora equivalente por bandas de oitava (a favor do vento)
L_{inc}	Nível de pressão sonora incidente na fachada do ambiente
L_n	Nível de pressão sonora noturno
$L_{Zeq, T, fHz(1/1)}$	Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, de oitava em um intervalo de tempo T
$L_{Zeq, T, fHz(1/3)}$	Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, 1/3 de oitava em um intervalo de tempo T

L_w	Nível de potência sonora
NCA	Nível de critério de avaliação
NPS	Nível de pressão sonora
Pa	Pascal
S	Área
t	Temperatura
T	Intervalo de tempo/Tempo de medição
W	Potência sonora
ρ	Densidade do ar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVO GERAL	19
1.2.1	Objetivos específicos	20
1.3	MATERIAIS E MÉTODOS	20
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	25
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
2.1	POLUIÇÃO SONORA	28
2.2	MAPAMENTO DE INTENSIDADE SONORA	33
2.3	LEGISLAÇÃO E NORMAS DE ACÚSTICA	37
2.3.1	Legislação e normas estrangeiras – União Europeia	38
2.3.2	Legislação e normas nacionais	40
2.3.2.1	<i>Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente</i>	41
2.3.2.2	<i>Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade</i>	42
2.3.2.3	<i>Lei Estadual nº 7.302/1978 – Proteção contra poluição sonora do Estado de Minas Gerais</i>	42
2.3.2.4	<i>Resolução CONAMA nº1 /1990</i>	43
2.3.2.5	<i>Resolução CONAMA nº2 /1990</i>	43
2.3.2.6	<i>Resolução CONAMA nº20 /1994</i>	44
2.3.2.7	<i>ABNT NBR 10.151/2019</i>	46
2.3.2.8	<i>ABNT NBR 15.575/2013</i>	48
2.3.2.9	<i>ABNT NBR 16.425 – 1/2016</i>	49
2.3.2.10	<i>ABNT NBR 16.425 – 2/2020</i>	50
2.3.2.11	<i>ABNT NBR 16.425 – 4/2016</i>	50
2.3.2.12	<i>Lei Municipal nº 5.535 de 15 de dezembro de 1978 – Código de Posturas no Município de Juiz de Fora e dá outras providências</i>	50
2.3.2.13	<i>Lei Municipal nº 11.197 de 03 de agosto de 2006 – Código de Posturas no Município de Juiz de Fora e dá outras providências</i>	51
3	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	53
4	CASOS DE ESTUDO	70
4.1	MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO SUL	70

4.1.1	Estudos de quantidade sonora e ambiente acústico de Curitiba	72
4.2	MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO SUDESTE	76
4.2.1	Mapeamento de ruído da cidade de São Paulo/SP	78
4.2.1.1	<i>PSIU – Programa de Silêncio Urbano</i>	78
4.2.1.2	<i>Lei Municipal nº 16.499/2016 – Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo</i>	79
4.2.1.3	<i>Mapa de Ruído Urbano – Projeto Piloto SP</i>	80
4.2.1.4	<i>Mapa de Ruído Urbano – Centro SP</i>	81
4.2.1.5	<i>Mapa de Sensibilidade – Centro SP</i>	82
4.3	MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO CENTRO-OESTE	83
4.4	MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO NORDESTE	85
4.4.1	Carta Acústica de Fortaleza/CE	87
4.5	MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO NORTE	90
5	MECANISMOS DE BAIXO CUSTO PARA O MAPEAMENTO DE QUANTIDADE SONORA (MQS) EM CIDADES BRASILEIRAS COM ÊNFASE NAS DE MÉDIO PORTE	96
5.1	COMPARATIVOS	96
5.1.1	O que é fundamental para o desenvolvimento do MQS?	97
5.1.2	Qual ou quais os equipamentos necessários para o levantamento das informações no local e quais as ferramentas necessárias para o processamento dos dados coletados?	100
5.1.3	Qual ou quais os métodos de mapeamento e simulação aplicados no Brasil?	101
5.1.4	Qual o tempo recomendado ou mais usado na coleta dos dados?	102
5.1.5	Quantos pontos são necessários ou recomendados em função da área estudada?	102
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	106

REFERÊNCIAS	109
Apêndice A – Modelo de fichamento de artigos selecionados ...	127
Apêndice B – Lista de referências bibliográficas por ordem cronológica com acesso integral na RSL	128
Apêndice C – Quadro de artigos selecionados com base nas palavras-chave, título e resumo	138
Anexo A – Instrumento de coleta de dados (VIANNA, 2014)	153
Anexo B – Questionários sobre poluição sonora (PANETO, 2016)	155

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, vem passando por um processo de rápida expansão de suas cidades sem o planejamento adequado (HIRASHIMA, 2013; ASDRUBALI, 2014; SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015; FLORÊNCIO, 2018; AMARILLA, 2019). Este crescimento tem como uma de suas consequências o aumento da exposição dos habitantes destas cidades ao ruído, sendo ela maior em países em desenvolvimento do que a encontrada em cidades de países desenvolvidos (BERGLUND; LINDVALL; SCHWELA, 1995), onde o controle dos níveis de pressão sonora (NPS) ao qual as pessoas podem ser expostas é mais rigoroso.

Com o passar dos anos, o ruído nas cidades aumentou significativamente (ZAJARKIEWICH, 2010), devido ao crescimento do número de atividades e aos equipamentos nelas utilizados. Em entrevista a Razdan (2005), o pesquisador Raymond Murray Schafer, ao ser questionado se estamos mais barulhentos hoje do que o passado, afirmou ele que:

Reclamações sobre barulho datam da antiguidade romana. Há descrições de carrinhos de verduras chegando a Roma de manhã cedo, e alguns poetas famosos reclamam delas. Uma das diferenças é que mais e mais pessoas estão morando em cidades, então há um congestionamento de som que não existia no passado para pessoas que viviam em fazendas ou em pequenas aldeias – esses lugares eram relativamente silenciosos, exceto no momento dos festivais, quando as pessoas ficavam bêbadas e gritavam. Os tipos de sons também mudaram. Um som que não existe na natureza é um som estacionário, um zumbido. (RAZDAN, 2005 – pág. s/n – Traduzido pelo autor).¹

A grande quantidade de ruídos presente nas cidades se dá pela sobreposição de sons que não existiam antigamente, gerados pelas atividades desempenhadas pelos seres humanos na construção civil, na indústria, no transporte entre outros, acarretando um maior volume e tipos de sons (MENDEZ *et al.*, 1994; SAFFER, 1973; HIRASHIMA, 2013; PINTO, 2013).

¹ Texto original em inglês: “Complaints about noise go back to ancient Roman times. There are descriptions of vegetable carts arriving in Rome early in the morning, and some of the famous poets complain about them. One of the differences is that more and more people are living in cities, so there’s a congestion of sound that didn’t exist in the past for people who lived on farms or in small villages—those places were relatively quiet, except for the festival times, when people would get drunk and whoop it up. The types of sounds have changed too. A sound that does not exist in nature is a stationary sound, a drone.” - RAZDAN, 2005 – pág. s/n.

Dentre os significativos contribuintes no aumento da poluição sonora está o tráfego urbano (VIRO, 2002), principalmente em ruas e avenidas com alta concentração de veículos (LISOT *et al.*, 2005). No caso do Brasil, a maior parte das pessoas priorizam o uso individual dos meios de transporte, ao invés do transporte público (PAIS *et al.*, 2012), aumentando o volume de veículos presentes nas ruas, tendo como consequência o aumento da mais a influência do tráfego na poluição sonora. Além disso, com a “urbanização e adensamento vertical nas cidades observa-se a formação de cânions urbanos que funcionam como caixas de ressonância acústica, no sentido de absorver e refletir o ruído” (PAIS *et al.*, 2012).

Em áreas urbanas, a poluição sonora é uma das mais graves formas de degradação ambiental (BRESSANE *et al.* 2016; BUNN; ZANNIN, 2015). De acordo com a OMS (2018), está cada vez mais perceptível, sendo o segundo tipo de poluição mais recorrente nos centros urbanos, ficando atrás apenas da poluição atmosférica. Os impactos decorrentes do aumento da poluição sonora a curto prazo ocasionam em efeitos na saúde auditiva e mental, porém a longo prazo podem provocar danos irreversíveis. Entretanto, apesar dos fatos apresentados, a poluição sonora ainda não é reconhecida como um grande problema ambiental no Brasil (COSTA; LOURENÇO, 2011).

A exposição excessiva a ruídos e a níveis elevados de poluição sonora impactam negativamente na qualidade de vida e na saúde das pessoas (ÁLVARES, 1982; PIMENTEL-SOUZA, 1992; BERGLUND, LINDVALL; SCHWELA, 1995; GUEDES, 2005; RAZDAN, 2005; COSTA; LOURENÇO, 2011; OMS, 2018). Previsibilidade a quantidade de exposição ao ruído e o controle percebido pelas pessoas é o que contribui para o entendimento se o ruído é um incômodo (BELL *et al.*, 2001). É importante destacar que, mesmo o ruído não sendo percebido como incômodo, pode ser nocivo à saúde, caso os NPS estejam acima do recomendado pelos órgãos de controle. Desta forma, para que se possa estabelecer melhorias e medidas mitigatórias a serem tomadas, são necessários estudos que contribuam para este fim.

Atentando-se para o fato, de que a intervenção na vida das pessoas pode causar mais danos que benefícios (CHALMERS, 2003 *apud* GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012), deve-se ter maior cuidado com a investigação e o desenvolvimento de estudos e pesquisas que abordam o processo de mapeamento de quantidade

sonora (MQS). Outras denominações para o MQS são Mapeamento Acústico, Carta Acústica e Mapeamento de Ruído, porém iremos adotar para este estudo a nomenclatura Mapeamento de Quantidade Sonora (MQS).

O MQS consiste na transformação em imagem dos dados e projeções de variação de NPS em uma determinada área, utilizado como um recurso no processo de planejamento urbano que pode ser aplicado como fonte de informação em projetos de espaços públicos, bem como na criação de políticas de melhoria da qualidade de vida das pessoas (GUEDES *et al.*, 2011; ZANNIN *et al.*, 2013; GUEDES *et al.*, 2014; CASAS *et al.*, 2014; BRESSANE *et al.* 2015, BUNN; ZANNIN, 2015; SOUZA FILHO *et al.*, 2015; BRITO, 2017).

Tal recurso mencionado tem sido adotado por instituições públicas e privadas orientando a implementação de melhores formas de intervenção, planejamento urbano e mitigação total ou parcial dos efeitos negativos da poluição sonora nas pessoas e no meio ambiente (BRITO, 2017; BRESSANE *et al.*, 2016; SURIANO, SOUZA; SILVA, 2015). Um dos instrumentos utilizados é o Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV) e a Avaliação Pós-Ocupação (APO) que se baseiam na NBR 15.575 (ABNT, 2013).

No Brasil, o MQS ainda não é amplamente implementado, sendo pontualmente utilizado em algumas cidades como São Paulo, Fortaleza e Natal. Mesmo nestas cidades, os estudos se limitaram a regiões urbanas mais adensadas ou onde haja maior circulação de veículos, e não nas cidades como um todo. Um dos casos estudados, e que será apresentado mais a frente, é o da cidade Fortaleza, cujas análises levaram em consideração não só o trânsito, mas também a realização de eventos e outros fatores que interferem nos níveis de pressão sonora (NPS) e na caracterização acústica do ambiente estudado.

As cidades de grande e médio porte, com população superior a 250 mil habitantes, que possuem plano diretor e trabalham com o processo de planejamento urbano não discutem amplamente com a população sobre a importância do controle do ruído e os benefícios que o uso desse mapa descritor sonoro traz para a saúde. Além disso, devido ao alto custo, a necessidade de qualificação específica dos profissionais e ao tempo prolongado que demanda este tipo de estudo, as prefeituras priorizam serviços que já possuem demanda imediata e emergencial como saúde, segurança e saneamento básico, deixando em segundo plano a possibilidade de realização desse tipo de estudo.

Campanhas de conscientização ambiental e de informação ao consumidor contribuem para o combate à poluição sonora através de soluções educativas para a população (NAGEM, 2004). No Brasil já existe legislação específica para este fim, como, por exemplo, é o caso da Resolução CONAMA nº 2, que trata da educação sobre o ruído. No entanto a exposição ao ruído é um tema a que parte da população mundial ainda não está suficientemente informada, nem sensibilizada. O ruído é capaz de prejudicar a qualidade de vida, a saúde e o comportamento das pessoas. Muitos trabalhos sobre este assunto, debruçados em diferentes contextos, como sobre parques e bairros (BRASILEIRO; ARAÚJO, 2017; CALLEJA *et al.*, 2017; PATERLINI; GARZÓN, 2017; SWAIN; GOSWAMI, 2018; ZHANG *et al.*, 2018), reforçam cada vez mais a importância do envolvimento social no processo de discussão e implementação de estudos sobre o mapeamento dos níveis de pressão sonora (NPS) e correlatos, além de mostrar que há muito o que se estudar, já que as pesquisas ainda são recentes e restritas.

Ainda sobre a informação acústico ambiental, podemos destacar questões culturais e comportamentais, como o uso de carros de som, que são usados como propaganda ou caixas de som instaladas na porta dos estabelecimentos comerciais como chamariz de clientes (ARAÚJO, 2013). Estes equipamentos também contribuem para a poluição sonora e uma das formas de reduzi-los é fiscalizando e conscientizando através da educação acústico ambiental.

Outro ponto relacionado a educação ambiental acústica está ligado ao desempenho das edificações, mensurado com base na NBR 15.575 (ABNT, 2013). Com esta norma é possível estabelecer se a edificação habitacional atende ou não a sua função social, além de entender se as técnicas projetuais e construtivas aplicadas nela foram suficientes para proporcionar conforto e funcionalidade aos seus usuários. Esta avaliação ocorre por meio do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), anterior a construção da edificação, e da Avaliação Pós-Ocupação (APO), utilizada após a consolidação e uso da edificação.

Para uma melhor compreensão sobre o panorama da poluição sonora no âmbito nacional e os impactos da exposição excessiva a elevados níveis de pressão sonora (NPS), buscou-se estruturar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), que compilasse os estudos desenvolvidos no território brasileiro, a fim de apresentar informações sobre o processo de mapeamento acústico no país, bem como as

técnicas e metodologias aplicadas, levando em consideração os fatores sociais e econômicos locais.

1.1 JUSTIFICATIVA

O monitoramento sonoro não é uma prática recente no Brasil. Apesar de não ter sido ainda amplamente implementado, é possível encontrar estudos pontuais realizados nos últimos 40 anos. Álvares e Souza (1992), por exemplo, realizou um levantamento *in loco* do comportamento dos níveis de pressão sonora (NPS) em pontos determinados da cidade de Belo Horizonte (MG). Estes pontos foram selecionados pelos técnicos da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA) de acordo com o diagnóstico realizado por Álvares *et al.* (1988). Anterior a este estudo, um relatório técnico de avaliação preliminar dos níveis de som e ruído em alguns logradouros, já tinha sido realizado na cidade (ÁLVARES, 1982; PIMENTEL-SOUZA, 1992). Diniz (2003), em sua pesquisa, tratou sobre o mapeamento de níveis de pressão sonora no processo de implantação do trecho norte da linha verde em Curitiba (PR). Além destes, houve pesquisas em Aracaju (SE) realizada por Guedes (2005), correlacionando a forma urbana ao ambiente sonoro, em São Paulo por Kawakita (2008), sobre o ruído de tráfego na rodovia SP270 em relação aos moradores do entorno, entre outras (VALADARES, 1997; CANTIERI *et al.* 2010; SOUZA FILHO, 2012; ZANNIN; SANT'ANA, 2011; CORTÊS; NIEMEYER, 2013; SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015). Em suma, os estudos tinham o mesmo objetivo, que era compreender a situação ambiental das áreas estudadas ou experiências em relação à aplicação de métodos estrangeiros de mapeamento de intensidade sonora no Brasil.

O automóvel é o principal meio de transporte utilizado no Brasil e deve-se atentar a este ponto, pois “veículos leves, embora, individualmente, menos ruidosos que os veículos de grande porte, são, em conjunto, a maior fonte de ruído urbano” (NIEMEYER, 2007 *apud* FLORENCIO *et al.*, 2017). Desta forma, é possível considerar que ruído de tráfego é um problema preocupante no Brasil, pois atinge simultaneamente um grupo considerável de pessoas, apontado como o mais incômodo que os barulhos provocados por vizinhos e o ruído aeronáutico (OMS, 2018).

Para a caracterização da situação acústico-ambiental de uma determinada área, torna-se essencial a realização do mapeamento descritor sonoro por simulação ou medição (BRESSANE *et al.* 2015, BUNN; ZANNIN, 2015; SOUSA FILHO *et al.*, 2015; GUEDES *et al.*; 2014; CASAS *et al.*, 2014; ZANNIN *et al.*, 2013; GUEDES *et al.*, 2011). Uma forma de compreender e traçar estratégias de controle do ruído urbano é através de levantamentos dos Níveis de Pressão Sonora (NPS) nos locais de maior conflito ou onde houver considerável número de denúncias. As medições dos NPS ocorrem, geralmente, *in loco* por meio de um profissional habilitado, que utiliza um equipamento calibrado conforme legislação e norma vigentes. Os pontos de medição e os cálculos seguem critérios preestabelecidos, que resultam em um compilado de dados distribuídos em tabelas e mapas, podendo haver auxílio de ferramentas específicas. Já o processo de simulação utiliza-se de dados amostrais, aplicados em ferramentas que irão calcular e simular as condições atuais e futuras de uma determinada área de estudo, sendo assim feitas projeções de quais medidas e soluções são mais adequadas conforme as características observadas.

Diante do levantamento bibliográfico realizado para a presente pesquisa, grande parte dos trabalhos se desenvolvia em capitais ou cidades de regiões metropolitanas, cuja população era superior a 500 mil habitantes, bem acima da maioria das cidades brasileiras. Contudo, com base nas orientações apresentadas pela Directiva 49/2002 (UNIÃO EUROPEIA, 2002), é sugerida a aplicação do instrumento de mapeamento de quantidade sonora em cidades com população superior a 250 mil habitantes e em locais onde há tráfego de veículos com impacto negativo. Sendo assim, observou a necessidade de ampliação destes estudos para cidades de médio porte no Brasil ou cidades cujo planejamento urbano é orientado com base em um Plano Diretor.

Segundo Amarilla (2019), a literatura disponível referente ao ruído ambiental não tem sido amplamente discutida e são poucas as pesquisas no país que dão uma atenção especial ao assunto, além de haver uma carência de uma política nacional efetiva para o controle do ruído urbano.

Partindo da premissa de que **é desejável o acesso ao conhecimento de instrumentos de análise das condições ambientais sonoras de forma eficiente, acessíveis principalmente em cidades de médio porte**, alguns questionamentos precisavam ser respondidos:

- **quais os métodos de mapeamento acústico foram aplicados no Brasil?**
- **quais ferramentas foram utilizadas nas cidades estudadas?**
- **qual o porte das cidades estudadas?**
- **quais leis/normas referenciadas nos estudos?**
- **quais as fontes sonoras analisadas?**

O instrumento comumente utilizado para este fim é o Mapeamento de Ruído, que nesta pesquisa iremos abordar como Mapeamento de Quantidade Sonora (MQS) considerando a variedade de sons que compõe um ambiente sonoro.

Este mapeamento pode ser realizado *in loco* ou por meio de simulação. Porém, alguns fatores que dificultam sua implementação são o custo elevado e/ou a falta de recursos suficientes para a sua realização, devido a necessidade de uso de ferramentas e equipamentos de valor elevado, equipes multidisciplinares treinadas e continuidade. Além disso, outros serviços municipais na área ambiental são deficitários ou insuficientes, como o saneamento básico e a coleta de resíduos sólidos.

A demanda pelo uso do mapeamento é relevante pela crescente preocupação com influência do automóvel como principal meio de transporte no país e por ele ser o principal responsável pela contribuição a poluição sonora no espaço urbano. Também há uma preocupação quanto ao desempenho das edificações, que para atender aos critérios estabelecidos pela norma de desempenho (ABNT, 2013), necessitam de informações que caracterizam o entorno.

1.2 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem como objetivo geral contribuir para a área de acústica urbana por meio de estudo que vise identificar, compreender e comparar métodos de mapeamento de quantidade sonora já aplicados em cidades brasileiras, priorizando a identificação de práticas de maior eficiência e baixo custo, passíveis de serem replicadas em cidades de médio porte (com população entre 250 mil e 1 milhão de habitantes). Pretende-se, portanto, constituir uma fonte de informação sobre o

ambiente sônico urbano brasileiro que possa ser implementada em tarefas de planejamento urbano.

1.2.1 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, propõe-se:

- a) elaborar um levantamento dos mapeamentos de quantidade sonora realizados no Brasil, bem como das regiões em que foram aplicados e das metodologias utilizadas;
- b) compilar dados relativos a leis e normas nacionais que orientem sobre a coleta em campo de quantidades sonoras: NPS etc.; a caracterização das áreas urbanas; e a avaliação do ambiente sônico;
- c) estabelecer quais estudos são acessíveis a curto prazo e de baixo custo para a realidade das cidades brasileiras.
- d) contribuir para as discussões sobre o mapeamento de quantidade sonora e as políticas de controle da poluição sonora em espaços urbanos;

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

A intenção de elaborar um levantamento dos mapeamentos de quantidade sonora desenvolvidos no Brasil, as regiões em que foram aplicados, as metodologias utilizadas e compilar informações sobre as leis e normas nacionais que orientam sobre a coleta em campo de quantidades acústicas, além da caracterização das áreas urbanas e a avaliação do ambiente sônico, orientou as reflexões e decisões de como seria feita esta investigação.

É importante estruturar a pesquisa com base em experiências anteriores, abordagens que obtiveram êxito em suas aplicações, visando o irrisório ou nulo prejuízo às partes envolvidas, no caso deste trabalho, as cidades e as pessoas. A primeira coisa a fazer antes de realizar qualquer nova pesquisa é: (i) verificar se novas pesquisas são necessárias e, não simplesmente, duplicar pesquisas realizadas anteriormente; e (ii) o que a nova pesquisa pode observar com base em lições aprendidas em pesquisas anteriores (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2013). Contudo, estes pontos não devem descartar a possibilidade de realizar a pesquisa sobre um mesmo tema com uma nova ótica da questão e que pode haver lições

equivocadas ou que não se prestam às condições contextuais vigentes: o importante é ter uma boa questão (pergunta) e mostrar a pertinência em procurá-la.

Com base nos pontos supracitados, optou-se pela utilização da Revisão Sistemática de Literatura (RSL) como técnica de pesquisa para a categorização e compreensão da tendência temática de produções científicas e as principais referências relacionadas ao tema discutido por este trabalho. A RSL consiste em “um tipo de investigação focada em questão bem definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis” (GALVÃO; PEREIRA, 2014), buscando estabelecer o que e como é conhecido, a variação entre estudos já realizados e o que ainda não foi estudado (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012). Para a construção de uma RSL, é importante ter em mente perguntas chave, como as apresentadas por Gough, Oliver e Thomas (2012):

As revisões sistemáticas nos permitem estabelecer não apenas o que é conhecido a partir da pesquisa; mas também o que não é conhecido. Eles podem informar as decisões sobre quais pesquisas adicionais podem ser melhor realizadas, criando assim um ciclo virtuoso. Eles permitem que pesquisadores, formuladores de políticas e profissionais respondam a perguntas-chave: "o que sabemos, como sabemos?" e "o que mais queremos saber e como podemos saber?" (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012 – pág. 5 – Traduzido pelo autor)²

Com base nestes apontamentos acima, elaborou-se um quadro lógico (Quadro 1), onde foram elaborados alguns questionamentos e suas respectivas respostas pretendidas, estruturando o pensamento do que se busca com esta pesquisa e que poderia ser extraído no decorrer da RSL:

Quadro 1 – Quadro lógico de RSL

QUESTÕES	RESPOSTAS PRETENDIDAS
Qual o problema em questão?	A aplicabilidade do mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil.
O que queremos saber?	Quantos, onde, quando e quais os métodos de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações já aplicados no Brasil e quais os equipamentos, instrumentos e ferramentas utilizados.

(continua)

² Texto original em inglês: “Systematic reviews enable us to establish not only what is known from research; but also what is not known. They can inform decisions about what further research might be best undertaken, thereby creating a virtuous cycle. They enable researchers, policymakers and practitioners to answer key questions: ‘what do we know, how do we know it?’ and ‘what more do we want to know and how can we know it?’” – GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012 – pág. 5

Quadro 1 – Quadro lógico de RSL

(conclusão)

QUESTÕES	RESPOSTAS PRETENDIDAS
O que já sabemos?	Os mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações são elaborados a partir de dados levantados <i>in loco</i> e simulados em <i>softwares</i> específicos; alguns estudos utilizam como referência a Diretiva 29/2002 da União Europeia; outros estudos utilizam como referência as normas nacionais, principalmente a NBR 10.151; são poucas as discussões sobre as políticas de controle da poluição sonora em espaços urbanos; alguns estudos são de iniciativa política e outros de acadêmica.
Como sabemos?	Com base em um levantamento prévio realizado em bases de dados selecionadas.
O que mais queremos saber?	Qual o padrão utilizado no processo de mapeamento de níveis sonoros em suas diversas denominações; qual o tamanho das cidades onde foram realizados os estudos; o que motivou a realização dos estudos; qual o recorte no processo de realização dos estudos; e por que os estudos foram realizados nestas cidades;
Como podemos saber?	Classificação dos métodos utilizados; ordenamento de quais cidades estudadas conforme porte e localização (região e estado); estruturação das possíveis lacunas encontradas nas pesquisas até o momento.

Fonte: o autor.

As respostas pretendidas entram como forma de estruturar o pensamento do processo de investigação, a fim de elaborar um protocolo para a RSL e extrair os dados necessários para a discussão e apresentação dos resultados desta pesquisa.

Dando sequência ao processo de estruturação da RSL, foi elaborado um protocolo, no qual foram estabelecidos o objetivo da pesquisa, a questão norteadora, as bases de dados selecionadas, as palavras-chave, os filtros que serão utilizados, os critérios de seleção e os critérios de classificação (COSTA; LOGSDON; FABRICIO, 2017).

A questão da pesquisa e a estrutura conceitual são os pontos que determinam os tipos de estudos que serão incluídos na revisão (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2013). Os critérios para inclusão podem abranger a localização dos estudos, o período que foi realizado, os idiomas nos quais foram publicados, dentre outros. Considerando as observações colocadas pelos autores referenciados, foi elaborado o seguinte protocolo:

Quadro 2 – Protocolo da RSL

PROTOCOLO	CONTEÚDO	
Objetivo	<p>Levantar estudos sobre o mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil;</p> <p>Levantar as principais ferramentas utilizadas no processo de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações;</p> <p>Levantar as principais referências nacionais no processo de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações;</p> <p>Levantar os métodos aplicados no processo de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil.</p>	
Questões de pesquisa	<p>Quantos estudos sobre mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil?</p> <p>Quando foram realizados os estudos sobre mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil?</p> <p>Quais os principais autores que publicaram sobre o tema no Brasil?</p> <p>Quais as principais referências utilizadas nos estudos?</p> <p>Quais os métodos e ferramentas utilizadas no processo de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil?</p>	
Bases de dados	<p>Periódicos CAPES</p> <p><i>Web of Science</i></p> <p><i>Scopus</i></p> <p><i>Science Direct</i></p> <p><i>SciELO</i></p> <p>Revista SOBRAC</p> <p>Catálogo de Teses & Dissertações</p>	
Palavras-chave	<p>“Mapa de ruído”; “<i>Noise map</i>” “<i>Brazil</i>”; “Mapeamento de ruído”; “<i>Noise mapping</i>” “<i>Brazil</i>”; “Poluição Sonora”; “<i>Noise pollution</i>” “<i>Brazil</i>”; “Mapa acústico”; “<i>Acoustic map</i>” “<i>Brazil</i>”.</p> <p>Observação: a submissão das palavras-chave em cada plataforma obedeceu ao mecanismo individual de procura. Em especial, na plataforma “Catálogo de Teses & Dissertações”, foi subtraída a palavra “<i>Brazil</i>” durante o processo de submissão das palavras-chave pois o mecanismo de procura apresentava não só as palavras que acompanhavam o termo “<i>Brazil</i>”, mas também todos os demais trabalhos que a tinham.</p>	
Filtros	<p>Ano de publicação: TODOS</p> <p>Tipo de publicação: TODOS</p> <p>Idioma: Inglês, Português e Espanhol</p> <p>Área da pesquisa: Arquitetura, Engenharia, Ciências Sociais, Ciências Ambientais.</p>	
Crítérios de seleção	<p>Inclusão: Trata mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil;</p> <p>Exclusão: Não trata do mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações no Brasil; não é da área da área de pesquisa; não está nos idiomas selecionados; o texto completo não foi encontrado ou disponibilizado.</p>	
Crítérios de classificação	Áreas de Estudo	<p>Estudos de Impacto de Vizinhança – Ruído</p> <p>Planejamento urbano</p> <p>Acústica Urbana</p> <p>Poluição Sonora</p> <p>Mapa de quantidade sonora em suas diversas denominações</p> <p>Mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações</p>

(continua)

Quadro 2 – Protocolo da RSL

(conclusão)

PROTOCOLO	CONTEÚDO	
Critérios de classificação	Enfoque Teórico	Aborda o conceito de poluição sonora Aborda o conceito de mapa de quantidade sonora em suas diversas denominações Aborda o conceito de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações Define os tipos de mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações Discute vantagens e desvantagens do uso do mapa de quantidade sonora em suas diversas denominações Diretrizes para elaboração do mapa de quantidade sonora em suas diversas denominações Aborda características que conferem o mapeamento de quantidade sonora em suas diversas denominações
	Método de Pesquisa	Estudo empírico Revisão da literatura Proposição de artefato (<i>Design Science Research</i>)

Fonte: adaptado pelo autor de Costa; Logsdon; Fabricio (2017).

Ao estabelecer este protocolo, foi feita a filtragem dos artigos nas bases de dados Periódicos CAPES, *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct*, *SciELO* (*Scientific Electronic Library Online*), *Revista Acústica e Vibração da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC)* e *Catálogo de Teses e dissertações – CAPES*. A seleção dos artigos, teses e dissertações se deu pela leitura do título, do resumo (*abstract*) e das palavras-chave considerando os critérios de seleção contidos no protocolo, sendo ao final os artigos aceitos ou rejeitados.

Os trabalhos selecionados foram identificados sistematicamente, bem como foram registradas as informações usadas para responder à pergunta inicial. Neste processo são observados os: (i) detalhes dos estudos para possibilitar o mapeamento das pesquisas realizadas; (ii) como a pesquisa foi realizada para permitir a avaliação da qualidade e relevância dos estudos no tratamento da questão da revisão; e (iii) os resultados de cada estudo para que eles possam ser sintetizados para responder à pergunta da revisão (NEWMAN; GOUGH, 2020). Resultante deste processo foi a classificação das pesquisas encontradas conforme as áreas de estudo, enfoque teórico e o método de pesquisa utilizado.

Para avaliar a qualidade dos estudos existem três elementos básicos a serem considerados: (i) a adequação do estudo no contexto da questão da revisão; (ii) a qualidade da execução dos métodos de estudo; e (iii) a relevância do estudo para a pergunta de revisão (GOUGH, 2007).

Como síntese buscou integrar as informações dos estudos selecionados para produzir uma “melhor” resposta à questão da revisão, neste caso, a compreensão do panorama do mapeamento de quantidade sonora no território nacional, além da identificação dos critérios e parâmetros utilizados na realização deles.

Após este processo, foi feita a compilação de leis e normas que abordam as questões relacionadas à poluição sonora no espaço urbano, principalmente, as citadas pelos estudos selecionados na RSL, discutindo quais foram os pontos relevantes utilizados e quais foram descartados no processo de mapeamento.

Resultante dos processos anteriores foi a compilação de dados dos mapeamentos levantados na RSL, além dos mapeamentos realizados por iniciativa popular ou política. Com estes dados foram feitas análises comparativas, qualitativas e quantitativas sobre os recursos, ferramentas, métodos e resultados obtidos pelo processo de mapeamento de quantidade sonora, bem como quais foram as contribuições para o processo de planejamento urbano das cidades onde foram realizados, caso os estudos tenham sido aplicados. Estes dados serão organizados em tabelas e a partir daí serão extraídos novos resultados importantes para o processo de estruturação das diretrizes para o mapeamento de quantidade sonora no Brasil.

Por fim, serão comparados e classificados os mapeamentos de quantidade sonora que melhor se adaptariam as condições dos municípios de médio porte, levando em consideração as condições econômicas necessárias para processamento e obtenção dos dados de entrada (*inputs*), com base nos estudos selecionados na RSL. Esta comparação e classificação será usada para estabelecer quais os meios de replicação de baixo custo de mapas de quantidade sonora como fonte de informação sobre o ambiente sônico aplicável ao planejamento urbano em cidades brasileiras de médio porte.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura desta dissertação compõe-se da seguinte forma: Introdução, capítulos do 1 ao 4 e Conclusão.

Na **introdução**, apresenta-se uma breve contextualização sobre o tema discutido pela pesquisa, a apresentação da problemática, a justificativa pela qual o

tema se torna relevante na atualidade, os objetivos, os materiais e métodos aplicados nesta pesquisa.

O **capítulo 1**, trata de uma abordagem teórica sobre a relação entre o som, o ruído e a cidade, focalizando nos subtemas poluição sonora, mapeamento de quantidade sonora e um compilado da legislação e normas nacionais e estrangeiras aplicadas no Brasil.

O **capítulo 2**, apresenta os resultados encontrados na Revisão Sistemática de Literatura apontando as regiões mais estudadas, as datas das pesquisas mais relevantes, as principais referências, os autores com maior produtividade no âmbito nacional, entre outros pontos.

No **capítulo 3**, são pontuados os principais casos de estudo encontrados na Revisão Sistemática de Literatura, tendo como critério a sua eficiência, aplicabilidade e a possibilidade de reprodução destes estudos em outras cidades. Os estudos apresentados são os de maior detalhamento do processo de mapeamento e análise dos dados, bem como maior abrangência territorial.

O **capítulo 4**, apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos métodos de mapeamento de quantidade sonora realizados no Brasil e compara-os à legislação e à normativa vigente, estabelecendo assim, algumas diretrizes para a construção do mapa de quantidade sonora direcionado às cidades de médio porte.

Por fim, na **conclusão**, são apresentados aspectos sobre o processo da pesquisa e os possíveis desdobramentos para estudos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ruído em cidades vem sendo estudado por diversos autores no decorrer dos últimos anos, tanto pelos impactos ambientais, quanto sociais, econômicos e na saúde. No Brasil, autores como Brito (2009), Zajarkiewicz (2010), Moraes, Santiago, Pinheiro (2018), apresentaram estudos sobre as produções científicas, legislativas e normativas nos últimos anos, referentes à poluição sonora e os impactos do ruído ambiental. Estes estudos trouxeram informações importantes, como um início das discussões sobre o tema, abordando uma crescente preocupação com a situação acústico ambiental atual no país.

Segundo Guedes (2005) “a preocupação com a acústica não está relacionada apenas ao seu desempenho em ambientes internos, mas também, ao controle de ruído e preservação da qualidade no meio ambiente”, ampliando o entendimento de que a acústica não se limita a arquitetura, mas sim o ambiente construído como um todo.

Como bem pontuado por Guedes (2005), a preocupação com a acústica ambiental transcende a arquitetura, dando abertura para discussões em todo o ambiente construído. Esta expansão do conhecimento, predominante no meio acadêmico (MORAES; SANTIAGO; PINHEIRO, 2018), vai ao encontro do que foi proposto pela OMS na criação de estudos, medidas mitigadoras e políticas concretas de controle, erradicação de ruído ambiental no ambiente construído (BERGLUND; LINDVALL; SCHWELA, 1995), não só nas edificações, mas também em espaços públicos abertos nas cidades e nas zonas rurais.

É importante salientar, assim como apresentado por Zannin, Calixto, Diniz e Ferreira (2003), que não são só estudos objetivos que apontam uma redução da poluição sonora urbana, mas que também estudos subjetivos são fundamentais para compreender a percepção dos níveis sonoros urbanos excessivos gerados, principalmente, pela vizinhança, confirmando assim, a necessidade da análise subjetiva e objetiva conjuntamente (HIRASHIMA, 2014).

O ambiente sonoro deve ser estudado em um contexto mais amplo, considerando outras condições que interfiram na percepção individual em relação ao ambiente em que se insere por meio de parâmetros sensíveis a percepção e representação individuais e coletivas dos ambientes e de outros fatores nele presentes, além dos estímulos mensuráveis (PEREIRA, 2003).

Sabendo que o nível de desconforto ou conforto de uma população não está necessariamente ligado apenas a níveis de som, estudos sobre ambiente sônico não devem ser restritos a aspectos quantitativos, quando envolvem a percepção humana (ZANNIN *et al.*, 2003; SZEREMETA; ZANNIN, 2009).

Na avaliação do ruído urbano, a avaliação subjetiva é importante e deve ser realizada em conjunto com a avaliação objetiva. Portanto, é relevante associar e correlacionar medições acústicas com outros parâmetros de avaliação, como por exemplo, entrevistas conduzidas com a população. A opinião da população em conjunto com a análise dos parâmetros quantitativos é efetiva e pode ser muito importante para o entendimento e a identificação das qualidades que conferem conforto ambiental para fornecer subsídios para projetos urbanos (ZANNIN *et al.*, 2003; SZEREMETA; ZANNIN, 2009; HIRASHIMA, 2014 – pág.: 47)

Partindo do pressuposto de que as cidades brasileiras necessitam de estudos mais recentes e mais detalhados do ambiente sonoro, em decorrência do aumento dos níveis de poluição sonora (AMORIM *et al.*, 2017; SURIANO *et al.*, 2015; BRESSANE *et al.*, 2016), o presente trabalho buscou, com base nas experiências de pesquisas anteriormente realizadas no território nacional, determinar os passos a serem seguidos pelos gestores das cidades brasileiras conjuntamente com a sociedade que representam para o desenvolvimento do mapeamento de quantidade sonora.

Porém, para contextualizar e compreender o ambiente acústico no Brasil, é necessário aprofundar quanto aos conceitos sobre o som, poluição sonora e o mapeamento de quantidade sonora, além das leis, normas e resoluções nacionais e internacionais referenciadas nos trabalhos que fundamentam a pesquisa e que foram encontrados na RSL.

2.1 POLUIÇÃO SONORA

O som esteve sempre presente na natureza, servindo de instrumento de comunicação, reprodução, ambientação, entre outros. Aves, mamíferos, répteis utilizam do som em diversas situações. Mesmo quando em “silêncio”, isso porque silêncio não é necessariamente de sons, a presença do som pode permanecer.

Fundamental para os seres humanos, o som possui aspectos que o fazem agradável a uns e incômodo a outros. Em determinadas situações o som indesejado

é tratado como incômodo, ruído ou, popularmente, barulho. Contudo, com o crescimento das divulgações científicas recentes nas áreas da saúde, da física, da zoologia, entre outras, também como as lutas civis contra o ruído, o fenômeno passou a ser conceituado como poluição, atribuído a causadores de alterações prejudiciais ao meio ambiente (ZAJARKIEWICCH, 2010).

Som é, por definição, qualquer vibração com frequência dentro da faixa audível pelo ser humano, como já foi mencionado. Ruído é obviamente um som, mas nem todo som é um ruído. Em termos físicos, ruído é uma superposição de numerosas vibrações de frequências diversas, não harmônicas entre si, ou, mais simplesmente, um conjunto de sons produzidos por vibrações irregulares, sem o caráter de periodicidade e harmonia. Essa falta de harmonia é que torna um som desagradável (MURGEL, 2007 – pág.: 35).

Assim como Murgel (2007), Bistafa (2011) define o ruído como uma sensação indesejada do som:

O som é a sensação produzida no sistema auditivo; e o ruído é um som indesejável, em geral de conotação negativa. Sons são vibrações das partículas do ar que se propagam a partir de estruturas vibrantes; mas nem toda estrutura que vibra gera som (BISTAFA, 2011 – pág.: 17)

A compreensão de quando o som passa a ser considerada poluição sonora, ou a diferença entre som e ruído, tem relevância na discussão do significado físico dos princípios fundamentais da teoria acústica (BRESSANE, SANTARINE e MAURÍCIO, 2010). No que tange ao quesito som, é possível observar uma certa diversidade de termos e conceituações que circundam o tema.

O ruído é comumente classificado de acordo com a situação do ambiente acústico no momento da medição. A classificação estabelecida pela Norma *ISO 1996: Acoustics – Description and measurement of environmental noise, Part 1: Basic quantities and procedures* (1982) evidencia significados específicos através dos seguintes termos:

- Ruído ambiental – ruído de todas as fontes sonoras, situadas próximas ou afastadas (ruído de tráfego, pássaros, máquinas, etc.).

- Ruído específico – é o ruído da fonte sob investigação. É um componente do ruído ambiental e pode ser identificado e associado a uma fonte específica.
- Ruído residual – é o ruído ambiental sem o ruído específico. É o ruído em um local, sob certas condições, quando o ruído da fonte específica é eliminado.
- Ruído inicial – é o ruído em um certo ponto antes de ocorrerem mudanças, por exemplo, antes da construção de barreiras ou da implementação de alguma indústria.

Para Bressane *et al.* (2016) a poluição sonora é uma das mais graves formas de degradação ambiental. No meio ambiente, a propagação de energia sonora pode provocar variações e alterações ambientais a níveis prejudiciais à saúde humana e demais formas de vida (BRESSANE; SANTARINE; MAURICIO, 2010). Além dos seres humanos, a fauna e a flora também são afetadas pela poluição, comprometendo atividades socioeconômicas e a manutenção da diversidade urbana (HALFWERK *et al.*, 2011; KIGHT; SWADDLE, 2011; BARBER; CROOKS; FRISTRUP, 2011; GOINES; HAGLER; 2007; BRESSANE *et al.*, 2016). Contudo, a poluição sonora, diferentemente das demais formas de poluição, possui características diferenciadas quando comparadas em todo o mundo. “Elas dependem de fatores como o grau de desenvolvimento, o tipo de atividades envolvidas, a densidade populacional, e até mesmo hábitos e cultura locais” (HIRASHIMA, 2014).

Conforme a legislação brasileira, no artigo 3º da Lei Federal nº. 6.938 (Política Nacional do Meio Ambiente), a poluição corresponde à condição de degradação da qualidade ambiental proveniente de atividades, que entre diversos fatores, prejudiquem a saúde e o bem-estar da população, assim como lancem energia em desacordo com padrões ambientais (BRASIL, 1981).

Segundo Suriano *et al.* (2015) e Bressane *et al.* (2016), a poluição sonora é a combinação somada de variadas fontes de ruídos, como por exemplo, trânsito, construção civil, indústrias, entre outros. A resultante deste produto é a sobreposição de sons emitidos pelos diferentes tipos de fontes sonoras encontradas em uma comunidade, convergindo em um padrão de ruído complexo e imprevisível (BROWN; LAM, 1987 *apud* HIRASHIMA, 2014). O principal fator de contribuição para a

poluição sonora nas cidades é o ruído do tráfego (BOTTELDOOREN; DE COENSEL; DE MUER, 2006), representando a principal fonte de ruído ambiental urbano (BJÖRKMAN, 1991; HIRASHIMA, 2014; ZANNIN *et al.*, 2003). O ruído relacionado ao tráfego rodoviário e a poluição do ar são classificados como dois fatores de risco ambientais cruciais em áreas urbanizadas, que afetam a saúde humana em exposições de curto e longo prazo (TEZEL *et al.*, 2019). No Brasil, apesar de não ser uma prática recente, os estudos deste tipo de poluição são desenvolvidos apenas em áreas pontuais. No entanto, na Europa, por meio da Diretiva Europeia (*Directiva 2002/49/EC*), o desenvolvimento de mapas de quantidade sonora vem sendo usados como representação de uma realidade, gerando informações para o planejamento urbano e determinação de estratégias e mitigação da poluição sonora no espaço urbano.

Uma observação relevante para esta pesquisa está relacionada à exposição a qual as pessoas que trabalham e transitam nas ruas estão expostas. Apesar de haver a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) e a NBR 10.151 (ABNT, 2019), muitas atividades econômicas não atendem ao básico, por se tratar de atividades que possuem contato direto com o ruído urbano e não há controle sobre o uso equipamento de proteção individual para mitigação do impacto de ruído, estando as pessoas expostas a níveis elevados de pressão sonora e por longos períodos. Segundo a OMS, 15% dos trabalhadores de países desenvolvidos apresentam agravo à saúde, ou seja, em países onde o trabalho informal prevalece e a fiscalização quanto ao uso de equipamentos de proteção individual são menores, pode ser encontrado uma porcentagem maior de pessoas com patologias decorrentes desta exposição (DIAS *et al.*, 2006).

Segundo Dias (2006), a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), denominação da doença de perda progressiva e irreversível da audição, é causada pela exposição ao ruído intenso que danifica as células ciliares do órgão de Corti. Esta exposição ainda pode ser associada ao zumbido (acúfeno ou tinitos) definida como “uma ilusão auditiva, isto é, uma sensação sonora não relacionada com uma fonte externa de estimulação” (BENTO *et al.*, 1998 *apud* DIAS *et al.*, 2006)

No âmbito psicológico e cognitivo, o ruído também afeta demasiadamente, o aprendizado e aumenta o estresse. Estudos citados por Stansfeld (2000), realizados entre 1970 e 1980, mostraram uma possível relação direta ou indireta entre distúrbios psicológicos e psiquiátricos, bem como o consumo de medicamentos

associados à exposição de ruídos de aeronaves. Dentre os distúrbios apontados estão a insônia, dores de cabeça e irritabilidade. Já os estudos realizados entre os anos de 1990 e 1999, mostraram que não havia comprovação da relação direta entre depressão, nervosismo e neurose por parte dos grupos estudados, pois não se sabe se fatores anteriores à pesquisa não afetaram os dados de forma significativa para o caso de patologias mais graves.

As pesquisas apresentadas por Stansfeld (2000), já mostram uma significativa preocupação com a saúde mental das pessoas e os efeitos nocivos que a exposição ao ruído excessivo pode causar. Apesar das discussões e resultados não concretos sobre os efeitos nestas pesquisas, Berglund e Lindvall (1995) no relatório elaborado para a OMS, intitulado “*Community Noise*” apontou que o ruído ambiental pode ter efeitos como: interferência na comunicação, distúrbios do sono, distúrbios psicofisiológicos, como estresse e problemas cardiovasculares, efeitos na saúde mental, no desempenho de tarefas, na produtividade e no comportamento social.

Também em estudos apresentado por Guski (2001) *apud* German-González e Santillán (2006), relata-se que, para um nível de pressão sonora equivalente a 65 dB durante o período diurno, as porcentagens de residentes incomodados, enquanto conversavam fora e dentro da habitação, eram de 72% e 55%, respectivamente; 49% foram incomodados ao ouvirem rádio ou assistirem televisão e 28% durante atividades recreativas. A dificuldade de comunicação entre as pessoas ocorre comumente no pico dos níveis de ruído, como é o caso da passagem de um avião próximo a residência, ou a passagem de caminhões, isso ocorre, pois, uma vez que o ruído é produzido, pode mascarar os sons da comunicação. Segundo a WHO (1999) o nível de ruído contínuo aceitável para uma conversa, sem interferência, dentro de uma residência não pode ultrapassar a 35 dB.

Como foi mostrado anteriormente, outro efeito da exposição a níveis elevados de ruído é o distúrbio do sono, visto como uma condição de saúde, que pode causar efeitos tardios como oscilações de humor, diminuição do desempenho de tarefas e fadiga, podendo resultar em acidentes (WHO, 2003). Essa condição é relatada em residências expostas a ruídos externos gerados pelo trânsito e ruídos internos, como por exemplo, sistemas de ar-condicionado. Para o período noturno, os níveis de pressão sonora de ruído recomendados são 30 dB dentro dos quartos e 45 dB a um metro da fachada da edificação (WHO, 1999). Essas condições para que as pessoas possam dormir com as janelas abertas, situação condizente com a situação

sociocultural do Brasil, que devido ao clima, a principal forma de climatização de ambientes é a ventilação natural (CORTÊS; NIEMAYER, 2013).

Sobre questões como falta de concentração e indisposição no trabalho é menos percebido em relação ao ruído ambiente, pois poucas pessoas trabalhavam em casa, porém o esforço mental aumentava para que as tarefas fossem concluídas (GERMAN-GONZÁLES; SANTILLÁN, 2006). Entretanto, devido à questões sociais que ocorreram após a aplicação de medidas sanitárias em 2020, em decorrência da pandemia do vírus Sars-Cov-2, causador da Covid-19, muitos profissionais, com o auxílio das tecnologias passaram a trabalhar em regime de “*home office*”, e conseqüentemente, perceberam os incômodos gerados pela exposição a níveis de pressão sonora mais elevados, lembrando que níveis recomendados para áreas de trabalho deveriam ficar entre 35 dB e 40 dB (BIES; HANSEN, 1988 *apud* GERMAN-GONZÁLES; SANTILLÁN, 2006) e que a qualidade da execução não é necessariamente inferior à realizada em uns locais mais silenciosos, mas o tempo gasto e o esforço para a realização das atividades são maiores (GUSKI, 2001 *apud* GERMAN-GONZÁLES; SANTILLÁN, 2006).

Outro fato a ser abordado, foi o levantado por moradores de São Paulo durante a Conferência Municipal sobre Ruído, Vibração e Interrupção Sonora, cujo mostraram preocupação sobre os possíveis impactos que o ruído pode causar no dia a dia em relação direta ou indireta na violência (CARDOSO, 2016). Devido ao estresse e aos distúrbios do sono, pessoas podem se tornar mais agressivas, podendo desencadear problemas sociais.

2.2 MAPEAMENTO DE QUANTIDADE SONORA

O mapeamento de quantidade sonora (MQS), também conhecido como mapeamento acústico (MA), mapeamento de ruído (MR) ou carta acústica (CA), tem sido um dos recursos adotados recentemente por instituições públicas e privadas com o intuito de analisar os impactos gerados pela poluição sonora, podendo ser utilizado junto ao estudo de impacto de vizinhança (EIV). Este recurso contribui para a busca por intervenções urbanas eficientes, planejamento urbano sustentável, mitigação total ou parcial dos efeitos negativos da poluição sonora (BRITO, 2017; BRESSANE *et al.*, 2016; SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015).

O mapeamento da poluição sonora é importante. Evidencia-se que a propagação do ruído urbano depende da configuração dos edifícios, e os mapas acústicos se apresentam com grande potencial de uso como ferramenta de apoio às decisões sobre planejamento e ordenamento do território. O diagnóstico do ruído ambiental pode fornecer informações para avaliação das emissões sonoras de infraestruturas de transporte existentes e de atividades econômicas ruidosas instaladas, identificando eventuais necessidades de implementação de medidas de redução de ruído. Já a simulação de cenários permite avaliar a influência sonora de futuras intervenções, possibilitando a escolha da alternativa de menor impacto (PINTO; GUEDES; LEITE, 2004; BISTAFA, 2011; BASTIÁN-MONARCA; ARENAS, 2016 *apud* AMORIM *et al.*, 2017 – pág.: 83).

É importante destacar que os MQS ainda não são uma realidade no contexto legislativo brasileiro, apenas alguns recursos e dispositivos legais apresentados. Alguns deles são o inciso II do art. 6 da Lei 6.838, de 31 de agosto de 1981 (CARNEIRO, 2004), a Lei Federal nº 10.257/2001, conhecido como Estatuto da Cidade, a resolução do CONAMA 002/1990 (Programa do Silêncio), a resolução do CONAMA 020/1994 (Selo Ruído) e as normas técnicas, NBR 10.151, NBR 10.152 e NBR 7.731 (CARNEIRO, 2004; SURIANO; SOUZA; SILVA, 2015; SILVA, 2016). Todas estas tratam de parâmetros ou diretrizes ambientais abrangentes, mas que não abordam questões específicas relacionadas ao mapeamento, exceto a norma NBR 10.151 atualizada em 2019. Boa parte dos estudos que referenciam estas normas e leis são realizados no ambiente acadêmico, também referenciando leis e normas internacionais, em sua maioria antes da atualização da NBR 10.151.

Na década de 1966, a comunidade internacional por meio da Organização Mundial da Saúde (OMS), com a apresentação do documento “*NOISE – An Occupational Hazard and Public Nuisance*” (RUÍDO – Um perigo ocupacional e um incômodo público) produzido por Alan Bell, apresentou algumas discussões iniciais sobre o crescimento dos centros urbanos e as suas consequências decorrentes da exposição também crescente aos ruídos. Alguns anos mais tarde, em 1980, um segundo documento foi publicado no evento do *Environmental Health Criteria 12*, intitulado “*Noise – Executive Summary*” (Ruído – Sumário Executivo), também da Organização Mundial de Saúde (OMS), onde foram apresentadas diretrizes para análise e estudo dos possíveis impactos dos ruídos urbanos, além de evidências relacionadas às consequências decorrentes da exposição excessiva das pessoas aos altos níveis de pressão sonora. A partir deste momento, outros documentos foram estruturados e apresentados a comunidade internacional, sendo o último publicado em 2018 pela OMS da União Europeia, cujo apresentou dados alarmantes

dos danos à saúde humana causados pela exposição à poluição sonora, além dos prejuízos sociais e econômicos potencializados por este problema, que em um curto espaço de tempo geram poucos danos, dependendo do tempo de exposição, mas que a longo prazo levam a graves prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, podendo alguns casos serem irreversíveis e fatais (MURGEL, 2005).

Para entender o funcionamento do MIS, deve-se destacar inicialmente, a importância de discuti-lo atualmente, abordando como meio de difusão das informações obtidas, conscientização e educação ambiental (LIU, *et al.* 2020, BRITO, 2017). Para Moraes, Santiago e Pinheiro (2018) a “geração de informação aparece, assim, como a ferramenta chave para promover simultaneamente, e não de maneira sequencial, tanto o controle do ruído urbano como a igualdade social.”. Em países onde a desigualdade social é visível, podemos observar que o acesso à moradia adequada, saneamento básico, entre outras políticas públicas não são democraticamente estruturadas, deixando boa parte da população de baixa renda exposta a ambientes hostis à saúde.

O controle de ruído ainda é bem discreto no Brasil, mas com as crescentes preocupações de órgãos públicos e cientistas que, por meio de pesquisas, vem incentivando a aplicação do mapeamento de quantidade sonora em cidades ou áreas específicas de maior interesse.

Segundo Liu *et al.* (2020) “*noise mapping is a strategic action plan that visualizes the long-term and real-time noise pollution 35eriam cities, industrial sites, and 35eria regions of interest.*”, ou seja, o mapeamento de quantidade sonora é uma fonte de informação visual do que na realidade é auditivo, utilizado no processo de planejamento urbano e compreensão dos impactos causados pelas fontes de ruído aos habitantes das cidades. Contudo através deles que nós vemos, mas essencialmente não escutamos. No caso dos países europeus, a obrigatoriedade de apresentarem a cada cinco anos os resultados do mapeamento de intensidade (UNIÃO EUROPEIA, 2002), promove uma maior discussão na sociedade, de forma democrática, em vista da questão do desenvolvimento sustentável das cidades. Segundo esta mesma Directiva existe dois tipos de mapeamento, sendo eles:

- **o Mapeamento de Quantidade Sonora Clássico (MQSC):** processo de levantamento que ocorre uma única vez ou em um determinado período,

para compreender a situação momentânea da poluição sonora na área de estudo delimitado;

- **o Mapeamento de Quantidade Sonora Dinâmico (MQSD):** levantamento feito por monitoramento contínuo, onde são estabelecidos os locais de maior necessidade ou importância para o estudo. Na Europa, há países onde o mapa de ruído pode ser acompanhado em tempo real mostrando a situação da poluição sonora em grandes centros.

Na audiência pública realizada no dia 07 de novembro de 2019 relativa à Lei Municipal 16.499 de 20 de julho de 2016, que dispõe sobre a elaboração do Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo e seus desdobramentos. Foram abordados pontos relacionados a elaboração de diretrizes para a aplicação de políticas públicas referentes à poluição sonora no município de São Paulo. Também foram ouvidos relatos de órgãos envolvidos na elaboração do mapa piloto e do primeiro mapa de ruído apresentado no dia 11 de abril de 2019 pela prefeitura da cidade de São Paulo, além de representantes da sociedade de pontos considerados conflitantes ou importantes para a elaboração do mapa de ruído.

O mapeamento de quantidade sonora da cidade de São Paulo é um dos primeiros de grandes proporções a serem elaborados no Brasil, e com iniciativa do poder público com outras instituições locais. Com o mapeamento realizado nesta cidade, foi possível observar a complexidade que envolve o estudo do ruído no espaço urbano e o quanto ele é importante para a promoção do bem-estar e a redução da desigualdade social, evidenciada por esse problema (MORAES; SANTIAGO; PINHEIRO, 2018). Também foi observado que, devido aos fatores sociais, econômicos, políticos, entre outros, fórmulas e análises aplicadas em países europeus e norte-americanos sofreram adaptações para viabilizar a aplicação no Brasil, devido a diferença, insuficiência ou inconsistência de alguns dados.

Este processo de estudo, análise e mapeamento de quantidade sonora urbano vai de encontro a parte dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, apresentados a comunidade internacional em 2015. Os objetivos que apresentam maior aderência a proposta desta pesquisa são: Objetivo 11, cidades e comunidades sustentáveis, tratando especificamente de cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis; Objetivo 15, vida terrestre, com foco na proteção, restauração e promoção ao uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gestão de forma

sustentável às florestas, combate à desertificação, bloqueio e reversão a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade.

O MQS é fonte de informação de quantidades do ambiente sônico para o planejamento urbano, apresentando informações dos níveis sonoros de uma área geográfica, em um determinado momento de maneira visual (PINTO; MORENO, 2008). Para compreender a importância dessa fonte de informação útil ao desenvolvimento sustentável da cidade, observamos que a Comissão Europeia, a OMS e alguns autores apresentaram em seus documentos oficiais recomendações para níveis de pressão sonora equivalente – contínuo (L_{AeqT}), que representa um som contínuo equivalente energeticamente ao som real variável, que se aproxima de um noção de um valor médio em um determinado intervalo de tempo (WHO, 1999; COMISSÃO EUROPIA, 1996; VALLET, 2001 *apud* GERMAN-GONZÁLES; SANTILLÁN, 2006). As recomendações são direcionadas para áreas mais sensíveis como escolas, hospitais, moradias entre outros, onde o ruído pode prejudicar a concentração, a recuperação de pacientes, o desempenho dos profissionais no trabalho e o sono dos usuários destes locais, como já foi apontado em estudos supracitados.

2.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS DE ACÚSTICA

As leis e normas presentes em um país têm a função de orientar os setores público e privado quanto aos direitos, deveres e limites a serem cumpridos em relação a um tema. Em relação à acústica urbana, à poluição sonora e ao MQS a legislação e normas nacionais são enxutas, passando alguns estudos a pautarem suas análises e pesquisas a procedimentos mais rígidos aplicados em outros países.

No contexto acadêmico brasileiro, foi observado que grande parte das pesquisas segue a orientação da União Europeia (ISO), tanto para procedimentos, quanto simulação e análise de dados. Nos subtópicos a seguir será feita uma breve contextualização das normas, leis e procedimentos da ISO e do Brasil. Apesar do trabalho ser focado no contexto nacional, é importante abordar as discussões, leis e normas da União Europeia, principal referência técnica citada pelos autores em estudos desenvolvidos em território nacional no que tange a acústica urbana.

2.3.1 Legislação e normas estrangeiras – União Europeia

No âmbito da Comunidade Europeia os problemas relativos à acústica já são antigos e também potencializados com o processo de urbanização e industrialização, como nos Estados Unidos da América e no Brasil. Entre 1982 e 1986, o ruído oriundo do trânsito foi apontado como um potencial problema ambiental, no entanto, em decorrência do seu aumento, além das atividades industriais e recreativas, o ruído ambiental foi reconhecido como um dos principais problemas na Europa anos mais tarde, devido ao protagonismo obtido anteriormente pela poluição da água e do ar, a partir de 1993.

Em 1996, foi dado o primeiro passo para o desenvolvimento de uma política sobre o ruído, com a criação do documento *The Green Paper on Future Noise Policy* (Livro Verde Sobre a Futura Política de Ruído), com estimativa de que 20% da população europeia estaria exposta a níveis inaceitáveis de ruído ambiental, um total de 80 milhões de pessoas. Enquanto outros 170 milhões habitavam em áreas com níveis elevados, que provocam incômodos sérios durante algum momento do dia.

Criada em 25 de junho de 2002, a *DIRECTIVA n° 2002/49/CE* do Parlamento Europeu e do Conselho, referente à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente, cujo principal objetivo é:

[...] definir uma abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir, numa base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente incluindo o incômodo dela decorrente. Para esse efeito, serão progressivamente postas em prática as seguintes ações:

- a) Determinação da exposição ao ruído ambiente, através da elaboração de mapas de ruído, com base em métodos de avaliação comuns aos Estados-Membros;
- b) Informar o público sobre o ruído ambiente e seus efeitos;
- c) Aprovação, pelos Estados-Membros, de planos de ação baseados nos resultados da elaboração de mapas de ruído, a fim de prevenir e reduzir o ruído ambiente, sempre que necessário e em especial quando os níveis de exposição forem susceptíveis de provocar efeitos nocivos para a saúde humana, e preservar a qualidade do ambiente acústico, quando seja boa.

2. A presente diretiva destina-se também a fornecer a base para desenvolver medidas comunitárias de redução do ruído emitido pelas principais fontes, nomeadamente veículos e infra-estrutura rodoviárias e ferroviárias, aeronaves, equipamento industrial e externo, e maquinário móvel. Para esse efeito, a Comissão apresentará ao Parlamento Europeu e ao Conselho, o mais tardar em 18 de Julho de 2006, propostas legislativas adequadas. Ao fazê-lo, deverá levar em

consideração os resultados do relatório a que se refere o n° 1 do artigo 10°. (EUROPEAN COMMISSION, 2002)

Como passo inicial, a Diretiva estabelece a necessidade da realização de um levantamento da situação atual do ruído elaborando mapas de quantidade sonora, que consiste em uma representação visual de uma resultante de dados relativos ao ruído, demonstrando a ultrapassagem de qualquer valor-limite pertinente em vigor, o número de pessoas afetadas em determinada zona, o número de habitações expostas a determinados valores de um indicador de ruído em determinada zona, em todos os Estados-Membros (ZAJARKIEWICCH, 2010). O mapeamento de quantidade sonora é uma base de informação para elaboração do diagnóstico sobre a influência das diferentes fontes e a exposição à qual as populações se encontram. Inicialmente elaborado de forma manual, passou para modelos matemáticos, gerenciados por um *software*, que permite combinar diversos dados referentes ao uso e ocupação do solo, fontes de ruído, entre outros.

Em um segundo momento, com o intuito de contribuir com a legislação ambiental sem promover conflitos, desvalorização imobiliária, entre outros pontos, a Directiva determina que os “Estados-Membros deverão aprovar um plano de ação (Anexo V) com o objetivo de prevenir e reduzir o ruído ambiente nas áreas onde ele é crítico” (ZAJARKIEWICCH, 2010), adequando as emissões das principais fontes geradoras de ruído, como veículos, infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, aeronaves, equipamento industrial e de exteriores e maquinário móvel.

No art. 2°, a DIRECTIVA n° 49 delimita como deve ser aplicada:

1. A presente diretiva é aplicável ao ruído ambiente a que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou noutras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído.
2. A presente diretiva não é aplicável a ruídos produzidos pela própria pessoa exposta, a ruídos provenientes de atividades domésticas, a ruídos produzidos por vizinhos, a ruídos em locais de trabalho ou dentro dos meios de transporte ou ainda devidos a atividades militares em zonas militares (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

É importante destacar que esta Diretiva trata especificamente do ruído ambiente externo, que geralmente está em locais públicos, descartando os ruídos

laborais e domésticos, por exemplo. Ela também define o que é ruído ambiente e efeitos prejudiciais:

Art. 3º Para efeitos da presente diretiva, entende-se por:

- a) «Ruído ambiente», um som externo indesejado ou prejudicial, criado por atividades humanas, incluindo o ruído emitido por meios de transporte, tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e instalações utilizadas na atividade industrial, tais como as definidas no anexo I da Diretiva 96/61/CE do Conselho, de 24 de Setembro de 1996, relativa à prevenção e controle integrados da poluição;
 - b) «Efeitos prejudiciais», efeitos nocivos para a saúde humana;
- [...] (EUROPEAN COMMISSION, 2002)

É importante para este estudo citar outras duas Diretivas elaboradas, sendo elas a Diretiva nº 2005/88/CE, de 2005, que estabelece as regras a serem aplicadas em matéria de emissões sonoras de equipamento, dentre outros diversos pontos, e a Diretiva nº 2002/30/CE, também de 2002, relacionada a ruído em aeroportos.

2.3.2 Legislação e normas nacionais

Segundo os incisos VI e VII do Art. 23 da Constituição Federal, estabelece que é de “competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” além de “preservar as florestas, a fauna e a flora” (BRASIL, 1988). A Constituição Federal é peça norteadora, que trata de questões fundamentais para a construção e funcionamento do Estado Brasileiro. Com base nestes dois pontos, vemos que no Brasil, desde 1988, como foi observado também em outras constituições federais do Brasil de anos anteriores, o pensamento sobre os cuidados com o meio ambiente, a redução de todas as formas de poluição vem sendo evidenciado é apontado como fundamental e prioritário para o funcionamento do estado.

As leis de silêncio, componente “da construção do ideal de bem-estar na vida das pessoas” (VALADARES, 2020), é uma importante ferramenta de controle utilizado pelo Estado a fim de que sejam cumpridos os requisitos mínimos estabelecidos pelas normas, contudo é possível encontrar inconsistências e divergências entre algumas dessas leis. Em alguns casos as normas municipais são mais permissivas em algumas cidades, quando comparadas às legislações

estaduais e federais (mais restritivas), sendo que o correto seria o contrário (VALADARES, 2020), havendo assim um descompasso entre elas.

Além das leis federais, estaduais e municipais, o Brasil possui algumas normas técnicas que contribuem com informações e seguem critérios técnicos mais recentes são a ABNT NBR 15.575 de 2013, conhecida como Norma de Desempenho e a ABNT NBR 10.151 de 2019, com atualizações mais precisas sobre os métodos de levantamento e parâmetros para melhor análise, comparação e cálculo de estudos sobre o impacto do ruído. Com o intuito de entender as leis e normas referentes ao controle do ruído ambiental e suas propriedades, os capítulos que se seguem serão focados nos principais pontos, bem como as respectivas interpretações.

2.3.2.1 Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/1981), criada a partir da Constituição Federal de 1969, tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Quanto ao tema acústica, a lei é bem genérica e abrangente, não tratando especificamente sobre atividades econômicas, ou a apresentação de declaração relativa ao selo ruído (referente às Resoluções do CONAMA), ou ao atendimento aos limites de ruído. Nela também não foram citados quais os limites dos NPS, nem onde eles podem ser encontrados, muito menos, quais são os critérios a serem usados para a aquisição de tais informações.

Sem uma atualização específica sobre as políticas de redução do ruído nos últimos 30 anos, fica evidente a fragilidade e até mesmo o possível desprezo que a atual política ambiental possui para um tema relativamente tão importante quanto qualquer outro sobre o meio ambiente. Contudo, dentro do contexto apresentado por Valadares (2020), de que as leis federais são mais gerais, delinear especificidades a partir delas, fomenta melhorias, novas discussões e aprimoramentos da política de controle da poluição sonora no Brasil, estimulando assim estados e municípios a repensarem suas leis e políticas ambientais.

2.3.2.2 Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade

A Lei Federal nº 10.257/2001 – Estatuto da Cidade, responsável por estabelecer quais diretrizes e metas devem ser cumpridas pelos municípios com o intuito de controlar a forma como ocorre o uso e a ocupação do solo no território brasileiro, trata no art. 2º inciso V, que a “política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana”, seguindo orientações de “ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar” a poluição e a degradação ambiental (BRASIL, 2001).

Um importante instrumento que poderia contribuir com o processo de controle de ruído urbano, atrelado a Lei Federal nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente, seria o Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV), que preventivamente permite ao Estado compreender e exigir a adoção de medidas mitigadoras ou compensatórias a possíveis impactos negativos decorrentes dos empreendimentos de grande porte no ambiente urbano. Este instrumento deve abordar minimamente um certo número de itens, dos quais o ruído não é elencado, contudo não o exclui, pois é admitido exceder esse mínimo, onde o ruído pode ser incluído. Essa implicitude insinua uma pouca atenção dispensada para a questão de algo que tem um potencial de impacto significativo.

Assim como a Política Nacional do Meio Ambiente, o Estatuto da Cidade não trata especificamente das questões relacionadas à poluição sonora, apenas comenta de forma abrangente sobre os tipos poluição como um todo, informando que as políticas urbanas devem se atentar a redução deles, mas não detalham ou orientam sobre que medidas ou procedimentos são fundamentais para estabelecer essas políticas.

2.3.2.3 Lei Estadual nº 7.302/1978 – Proteção contra poluição sonora do Estado de Minas Gerais

Como esta pesquisa se desenvolve no estado de Minas Gerais, buscamos entender o funcionamento da legislação relacionada ao controle de ruído no estado para possíveis discussões sobre as modificações potenciais. A lei estadual nº 7302 de 1978 “dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais”, onde são discriminados os limites de NPS toleráveis no estado, bem como

os métodos de análise e levantamento dos dados para a aplicação da lei. Esta lei foi parcialmente alterada pela lei estadual nº 10.100/1990, mais precisamente o art. 2º, que trata dos limites aceitáveis e dos métodos de medição. A lei aborda limites dos NPS diferentes dos estabelecidos pela NBR 10.151/2019 e da Resolução CONAMA nº1 de 1990, sendo estes mais rigorosos do que a lei estadual. Isso não descarta, que em certas situações a legislação estadual possa ser mais restritiva. Esta situação mostra a possível necessidade de se rediscutir a legislação estadual com o intuito de atualizar os parâmetros e haver coerência com as demais leis e normas.

Apesar da descrição mais criteriosa da legislação estadual, ela ainda não aborda a necessidade de medidas de controle do ruído, nem a necessidade de monitoramento contínuo, além de estratégias que possam mitigar os efeitos causados por este poluente.

2.3.2.4 Resolução CONAMA nº1 /1990

Esta resolução, vigente a mais de 30 anos sem alterações significativas, é uma das ferramentas legais utilizadas para orientar os órgãos públicos responsáveis pela fiscalização e a iniciativa privada, quanto aos parâmetros mínimos devem ser seguidos e quais são as diretrizes quanto às ações que devem ser tomadas pelo poder público (BRASIL, 1990^a). É importante afirmar que a resolução descreve os parâmetros a serem seguidos, os mesmos vigentes na ABNT NBR 10.151 e as regras estabelecidas pelos órgãos de controle do Ministério do Trabalho (NR-15), quando se tratando de ambientes interiores e de trabalho, e do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, quando tratada a questão de ruído provocada por veículos e no trânsito. Apesar de simples, a Resolução determina ferramentas mais complexas de estudo, como forma de melhorar o controle da poluição sonora de acordo com cada setor (trabalho, trânsito e sociedade).

2.3.2.5 Resolução CONAMA nº2 /1990

Somando as considerações da Resolução CONAMA nº2/1990, a segunda resolução se refere ao Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – “SILÊNCIO”, onde são colocadas as diretrizes e obrigatoriedades relativas

ao controle da poluição sonora, além das políticas públicas e incentivos ao setor privado no controle deste poluente (BRASIL, 1990b; BRASIL, 2021a).

Com base nesta resolução, segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), são realizados cursos periódicos de conscientização e orientação a estados, municípios, setor privado e sociedade civil. Também, junto ao Programa Silêncio, é incentivada a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de pressão sonora (ruído) para utilização na indústria, em veículos em geral, na construção civil, no uso doméstico, entre outros. Visando alcançar esse objetivo, em 07/12/1994 foi publicada a Resolução CONAMA nº 20/1994, que institui a obrigatoriedade do uso do Selo Ruído em eletrodomésticos produzidos e importados e que gerem ruído no seu funcionamento (BRASIL, 2021a).

2.3.2.6 Resolução CONAMA nº20 /1994

Complementar as demais resoluções supracitadas, principalmente a Resolução CONAMA nº2/1990, esta resolução tem por objetivo estabelecer os critérios relacionados ao Selo Ruído, que a partir da publicação dela em 07/12/1994 passou a ser obrigatória. O Selo Ruído é disposto nas embalagens de eletrodomésticos com o intuito de informar ao consumidor sobre o som emitido por esses aparelhos, possibilitando a ele escolher o produto mais silencioso, acarretando o incentivo a fabricação de produtos menos ruidosos (BRASIL, 2021b).

A emissão do selo contribui para um dos objetivos do Programa Silêncio, que consiste em “incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc.” (BRASIL, 1990b).

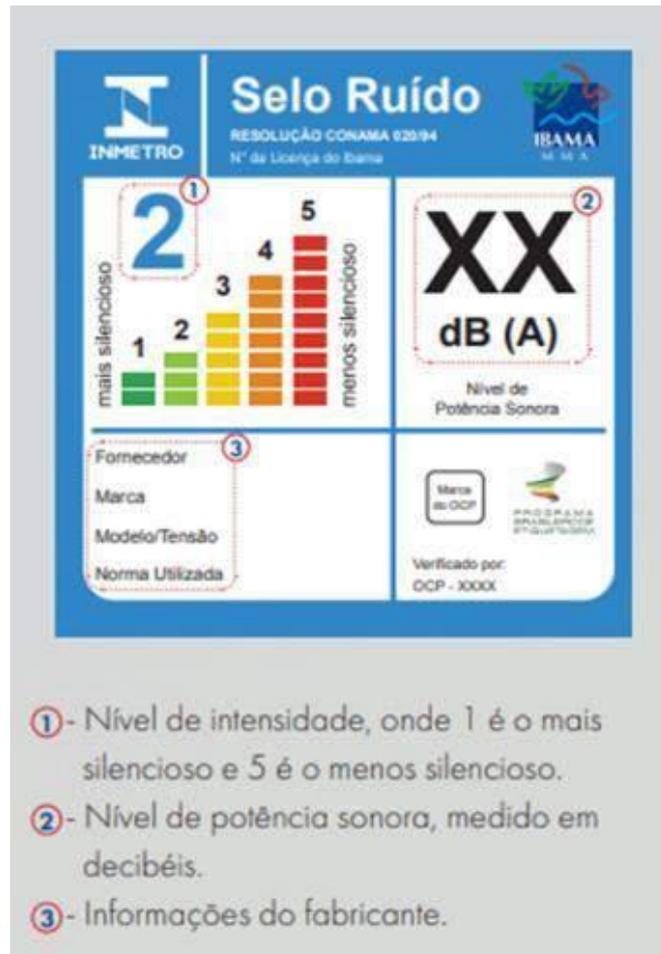
O selo é obrigatório para eletrodomésticos específicos como liquidificadores, secadores de cabelo e aspiradores de pó.

A resolução também estabelece que:

Art. 2º - Os ensaios para medição dos níveis de potência sonora, para fins desta Resolução, deverão ser realizados exclusivamente por laboratórios devidamente credenciados, conforme as normas internacionais da ISSO 4871 e suas referências ou de acordo com normas nacionais que venham a ser adotadas. (BRASIL, 1990b).

No selo (figura 1) é possível observar três informações principais: a) o nível de intensidade com escala de 1 a 5 sendo 1 mais silencioso e 5 menos silencioso; b) níveis de potência sonora em decibéis (dB) e informações do fabricante do produto (BRASIL, 2021b).

Figura 1 – Modelo do Selo Ruído conforme Resolução CONAMA nº20 /1994



Fonte: Brasil, 2021b.

Apesar da pequena parcela de produtos que utilizam e que possuem obrigatoriedade da apresentação deste selo, sua aplicação em outros produtos, ou até mesmo na construção civil poderia ser avaliada. Com o ambiente acústico urbano cada vez mais poluído, empreendimentos com Selo Ruído poderiam ter maior valor agregado, além de proporcionar melhor qualidade de vida aos seus residentes. Outro possível candidato ao recebimento do Selo Ruído poderiam ser os veículos, principal fonte de ruído urbano, que contribui para a poluição sonora.

Contudo este não é um assunto simples e vale uma melhor reflexão quanto a sua aplicabilidade.

2.3.2.7 ABNT NBR 10.151/2019

A norma técnica ABNT NBR 10.151/2019, atualizada recentemente, é a principal ferramenta técnica de orientação a profissionais e especialistas em acústica no método de levantamento, cálculo dos NPS em espaços internos e externos, bem como especificações técnicas dos equipamentos utilizados e parâmetros a serem seguidos, somando informações à legislação vigente no país e coerente com as normas internacionais. Como visto nas resoluções do CONAMA (BRASIL, 1990a; BRASIL, 1990b; BRASIL, 2021a) e nas leis (BRASIL, 1981; BRASIL, 2001; MINAS GERAIS, 1978; CURITIBA, 2002) esta é a principal referência no que tange o assunto da acústica tanto para parâmetros de medição quanto cálculo e avaliação.

Quadro 3 – Símbolos para níveis de pressão sonora

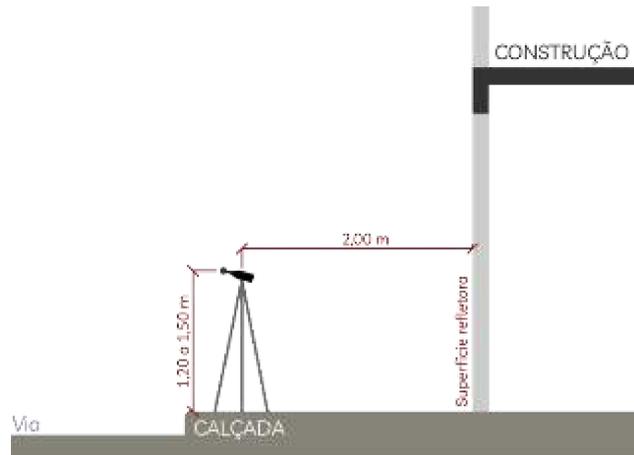
GRANDEZA	SÍMBOLO
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A e integrado em um intervalo de tempo T	$L_{Aeq,T}$
Nível máximo de pressão sonora ponderado em A e F	$L_{A_{fmax}}$
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, de oitava em um intervalo de tempo T	$L_{Zeq, T, fHz (1/1)}$
Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em Z, em banda proporcional de frequência nominal f Hz, 1/3 de oitava em um intervalo de tempo T	$L_{Zeq, T, fHz (1/3)}$
Exemplos de notação $L_{Aeq, 30s} = 45,6$ dB, quando $T = 30$ s. $L_{A_{fmax}} = 45,6$ dB. $L_{Zeq, 30s, 8kHz (1/1)} = 45,6$ dB, onde $f = 8$ kHz em banda de 1/1 de oitava e $T = 30$ s. $L_{Zeq, 30s, 8kHz (1/3)} = 45,6$ dB, onde $f = 8$ kHz em banda de 1/3 de oitava e $T = 30$ s.	

Fonte: ABNT NBR 10.151/2019 adaptado pelo autor.

Seguindo as orientações presentes na norma, o equipamento deve ser colocado a uma altura entre 1,20 e 1,50 metro do chão e a 2 metros de distância de qualquer superfície refletora. Quando não for possível assegurar as distâncias mínimas previstas, deve ser informado no relatório as condições de execução das medições. O equipamento deve estar direcionado para o centro da via e

perpendicular a calçada, quando estiver no meio da quadra (entre duas esquinas). Quando a medição for feita em uma esquina, o equipamento deve estar direcionado na diagonal (em direção a esquina oposta) ou para onde estiver as fontes de ruído. O exemplo sobre o posicionamento do equipamento pode ser visualizado conforme figura 2 abaixo:

Figura 2 – Posicionamento do microfone em relação às superfícies refletoras.



Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2019) adaptado pelo autor.

Descrever as principais fontes sonoras e as condições nas quais os dados foram coletados são fundamentais para determinação dos limites máximos dos NPS recomendado em função tipo de área habitada a norma apresenta os seguintes resultados:

Quadro 4 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com vocação comercial e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT NBR 10.151/2019 adaptado pelo autor.

Os limites apresentados no quadro 4 são semelhantes aos estabelecidos internacionalmente e são fundamentais para análise dos dados levantados em território nacional. São com base nestes limites que as leis se baseiam (ou deveriam se basear) para o ordenamento dos espaços, bem como aplicação de multas (CURITIBA, 2002, BRASIL, 1990a).

É importante destacar a evolução técnica entre a versão anterior e a atual. A versão do ano 2000 era bem mais simples e genérica, dando abertura para dúvidas e interpretação sobre os métodos de levantamento e processamento dos dados. A atual norma traz apontamentos importantes sobre as especificações dos equipamentos, conceitos e procedimentos que devem ser seguidos a fim de padronizar os resultados, criando meios de comparação entre os estudos realizados daqui para frente.

2.3.2.8 ABNT NBR 15.575/2013

A norma técnica ABNT NBR 15.575/2013, também conhecida como Norma de Desempenho de Edificações, é a ferramenta técnica de orientações ao setor da construção civil que estabelece requisitos e critérios sob os aspectos da habitabilidade, salubridade, sustentabilidade e segurança das edificações existentes no território nacional, principalmente no que se refere a avaliação pós-ocupação. As diretrizes citadas nesta norma em relação aos cuidados com o ruído são relativas às instalações hidráulicas e sanitárias, bem como dos isolamentos acústicos necessários para alvenarias e estruturas. Lembrando que as adequações quanto ao uso e a ocupação da edificação deve ser avaliado individualmente, pois parâmetros para edifícios residenciais é diferente de edifícios educacionais ou comerciais, por exemplo.

No entanto, na parte 1 da norma, que trata dos aspectos gerais, o assunto específico sobre a acústica é abordado de forma ampla por meio de outros assuntos, evidenciando aspectos arquitetônicos que as edificações poderiam ou deveriam ter, que resultariam na redução ou minimização do ruído aéreo externo e seus impactos no ambiente interno. Isto porque os ruídos urbanos afetam a qualidade ambiental acústica também no interior das edificações, em decorrência da aplicação de sistemas construtivos com desempenho de isolamento sonoro insuficiente e a

ausência de estudo acústico, fazendo com que o excedente sônico provocado pela poluição sonora urbana adentre as edificações e provoque incômodo no interior.

Quando abordamos a parte 4 (atualizada em 14/09/2021), que trata especificamente dos requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE, são estabelecidos os parâmetros que devem ser utilizados e analisados na verificação do desempenho acústico da edificação. Dentre os critérios abordados na norma, os que são de maior interesse para este estudo são os relacionados à avaliação do desempenho das fachadas. L_{inc} corresponde ao nível de pressão sonora incidente na fachada do ambiente, simulado ou calculado a partir do L_d (diurno) ou do L_n (noturno), obtidos a partir do $L_{Aeq, T}$. Os métodos e critérios de medição e avaliação levados em consideração por esta norma tem proximidade com os critérios apresentados pelas normas NBR 10.151/2019 e NBR 10.152/2017.

Uma das formas de avaliação propostas que estariam de acordo com a norma é a Avaliação de Pós-Ocupação (APO), para edificações já consolidadas, e o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), que precede a construção, podendo evitar conflitos futuros. Caso esta norma venha a ser aplicada de forma integral nas edificações, é de se considerar que a qualidade acústica dos ambientes, bem como a da saúde dos seus respectivos usuários, será bem melhor.

2.3.2.9 ABNT NBR 16.425 – 1/2016

Esta norma, intitulada “Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes – parte 1: Aspectos gerais” trata, especificamente, sobre os métodos relacionados às medições e cálculos dos NPS provenientes dos sistemas de transporte de maneira ampla. Esta norma, assim como as demais partes que a complementam (NBR 16.425 – 2/2020; NBR 16.425 – 4/2020), não foram citadas ou aplicadas em nenhum dos estudos relativos a mapeamento de quantidade sonora urbano realizados no país, com base na análise de fundamentação teórica e na RSL realizada por esta dissertação. As normas comumente utilizadas são as internacionais, por conta dos *inputs* dos *softwares*, principalmente quando se tratando de ferrovias.

2.3.2.10 ABNT NBR 16.425 – 2/2020

A norma intitulada “Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes – parte 2: Sistema de transporte aéreo” trata-se de um assunto específico, que é o ruído aeronáutico. Por se tratar de normativa específica abrange também outras normas e legislações direcionadas ao sistema aeroportuário, cujo mapeamento de quantidade sonora e estudos de impacto já são comumente realizados pelos órgãos administradores responsáveis pela operação do espaço. Contudo, grande parte destes estudos não são integrados e compartilhados com o município onde o equipamento urbano se insere, pois o órgão regulador responsável é a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e a Força Aérea Brasileira (FAB), ambas da esfera federal.

2.3.2.11 ABNT NBR 16.425 – 4/2016

Esta norma, intitulada “Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transportes – parte 4: Sistema ferroviário” trata do ruído proveniente do sistema ferroviário. Apesar dos poucos estudos relativos ao tema encontrados na RSL, a norma não foi referenciada em nenhum momento, entendendo assim que, possivelmente as empresas concessionárias utilizariam desta norma para controle interno e para prestação de contas a autarquia federal responsável. A não utilização desta norma em pesquisas publicadas, é devido ao fato de sua edição recente. Mas a não utilização das edições anteriores traz o questionamento sobre o futuro desta norma, se ela será aplicada pelos órgãos responsáveis pela administração ferroviária e se há demanda da população quanto ao controle de ruído proveniente de ferrovias.

2.3.2.12 Lei Municipal n° 5.535 de 15 de dezembro de 1978 – Código de Posturas no Município de Juiz de Fora e dá outras providências

A cidade de Juiz de Fora, onde se desenvolve esta pesquisa, possui duas leis que tratam da questão relacionada aos parâmetros e controle da poluição sonora. A primeira e mais antiga, vem sofrendo alterações constantes, sendo sua última atualização em 2011.

Parágrafo Único - Estabelecimentos que produzam sons ou ruídos de qualquer natureza deverão se adequar acusticamente, impedindo a propagação de som para o seu exterior em limites superiores aos previstos, nos termos da legislação própria.

Art. 62 – São expressamente proibidos os ruídos que causem desconforto acústico, permanente ou intermitente, produzidos por aparelhos ou instrumentos de qualquer natureza nas vias públicas ou para elas dirigidos, salvo quando autorizados por legislação pertinente.

Parágrafo Único. Incluem-se, ainda, na vedação deste artigo ruídos provocados por: (Redação dada pela Lei nº 12.445/2011)

I - estampido de morteiros, bombas, foguetes, rojões, fogos de artifício e similares;

II - animais, de modo a provocar o desassossego ou a intranquilidade da vizinhança.

III - som automotivo produzido por equipamentos instalados em veículos que estejam circulando, parados ou estacionados na via pública, com abuso e desrespeito ao sossego, independentemente de medição de nível sonoro; (Redação dada pela Lei Complementar nº 35/2015)

IV - esta Lei não se aplica aos Eventos Culturais e Religiosos de qualquer natureza, até às 22 horas. (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 35/2015) (JUIZ DE FORA, 1978)

Contudo, conforme o trecho extraído acima, é abrangente e não aponta parâmetros específicos como na legislação de Curitiba, por exemplo. A Lei Municipal 10.625/2002 da cidade de Curitiba pode ser tratada como base para outras cidades, citando como referência a norma específica para determinação dos parâmetros acústicos urbanos, neste caso, a NBR 10.151. Esta lei vem sendo atualizada constantemente e uma de suas últimas atualizações sobre o assunto foi a Lei Municipal nº 11.197 de 03 de agosto de 2006, que será apresentada a seguir.

2.3.2.13 Lei Municipal nº 11.197 de 03 de agosto de 2006 – Código de Posturas no Município de Juiz de Fora e dá outras providências.

A segunda lei municipal de Juiz de Fora, também relativa ao código de posturas, mais recente que a anterior, aponta no Título 4 – Segurança e Ordem Pública, no Capítulo I – Sossego, do art. 59 ao art. 62 quais as obrigações do município em relação a manutenção do sossego. Como complemento esta lei traz

em seu conteúdo artigos específicos sobre a situação acústica para o funcionamento adequado no município (JUIZ DE FORA, 2006). É importante destacar que o Código de Posturas do Município de Juiz de Fora vem de um acúmulo de modificações desde sua origem (1978) sendo constantemente alteradas conforme a necessidade momentânea.

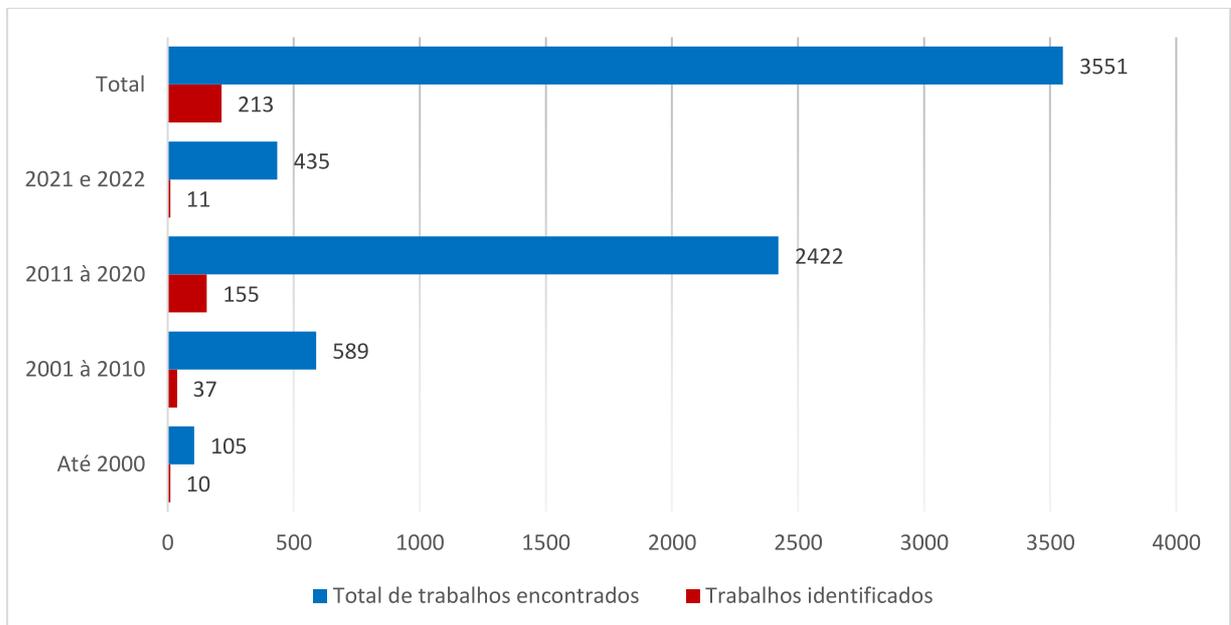
Como foi possível observar nas normas e na legislação nacional, há iniciativas de aprimoramento na caracterização do ambiente sônico, sua avaliação e gestão para melhoria da sonoridade no ambiente construído no país, ainda que inexistam normas aplicáveis a todas as situações esperadas e leis específicas ou genéricas de controle e monitoramento dentro de uma política de gestão do ambiente sônico nacional.

Apesar de haver a existência de um conjunto de que tratam do assunto de forma mais específica, ainda é incipiente a vontade política de abordar a questão em toda sua complexidade. As raras exceções observadas na RSL foram as leis aplicadas na cidade de Curitiba/PR, sendo a legislação uma das mais completas quanto ao controle de ruído, São Paulo/SP com leis de controle dos NPS e o Mapa de Ruído, Fortaleza/CE com as leis de controle dos NPS e a Carta Acústica e Natal/RN com leis de uso e ocupação, além dos estudos de impacto de vizinhança (EIV).

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Dando início a RSL, foi feita a submissão das palavras-chave nas bases de dados selecionadas, conforme estabelecido no protocolo (Quadro 2), sendo estas bases: (1) Periódicos CAPES, (2) *Scopus*, (3) *ScienceDirect*, (4) *SciELO*, (5) Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES, (6) Revista da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) Acústica e Vibrações e (7) *Web of Science*. Como resultado deste processo, foi elaborado o gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1: Número total de trabalhos encontrados e trabalhos identificados como potenciais após a eliminação de duplicados



Fonte: o autor.

Durante este processo inicial, observou-se a necessidade da base de dados do Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES passar por adequações no protocolo de submissão das palavras-chave, de forma a atender ao método de busca da plataforma. Em um primeiro momento foram submetidas as palavras-chave tanto em português, quanto em inglês. Ao submeter as palavras-chave em inglês “*noise map*” “*Brazil*”; “*noise mapping*” “*Brazil*” “*noise pollution*” “*Brazil*” “*acoustic map*” “*Brazil*”, foi observado que a palavra “*Brazil*” influenciava nos números de relatos de forma significativa, sendo estes relatos não só sobre o âmbito do MQS, mas qualquer trabalho que tivesse em seu conteúdo a palavra “*Brazil*”. A partir deste fato

apresentado o uso da palavra citada foi retirado no processo inicial apenas nesta plataforma, havendo significativa redução numérica. Nas demais plataformas o uso integral das palavras-chave tanto em inglês, quanto em português ocorreram normalmente.

A partir desta filtragem inicial nas bases de dados, o total de relatos encontrados correspondem a 3551 publicações. No entanto, do total de relatos encontrados, apenas 213 (6%) foram identificados como adequados aos critérios iniciais do protocolo (Quadro 2), cujo estabelece que o título e o resumo dos trabalhos encontrados deveriam abordar os assuntos de interesse estudado por esta pesquisa.

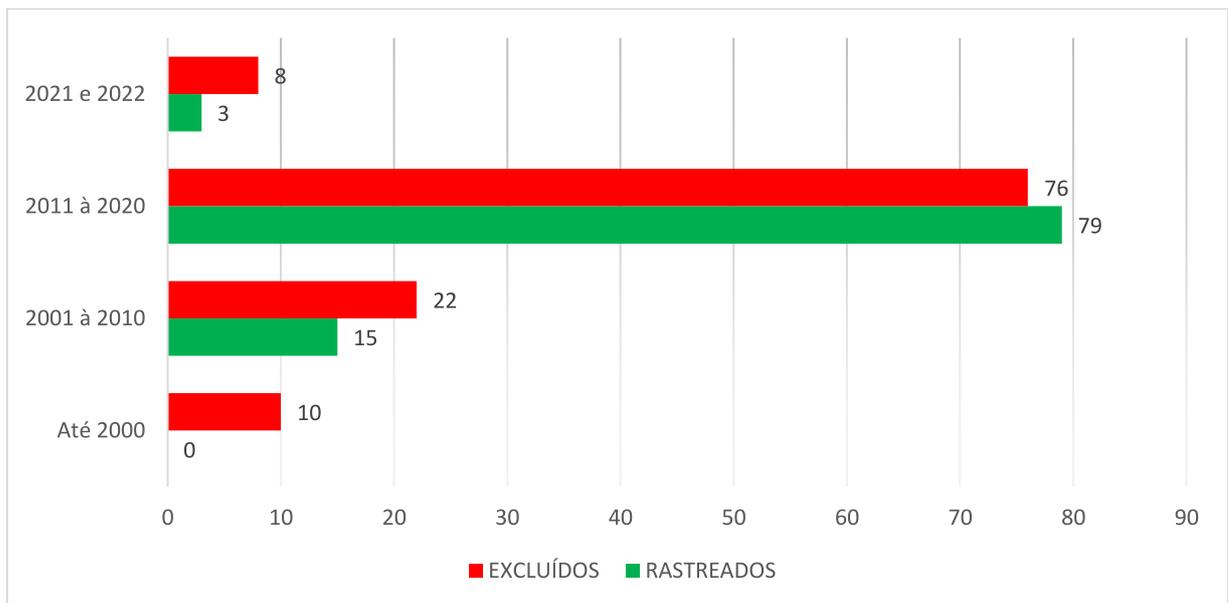
As plataformas que concentraram a maior quantidade de publicações foram Periódicos CAPES (1449 trabalhos ou 41%), *Science Direct* (1006 trabalhos ou 28%) e Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES (616 trabalhos ou 17%). Nas plataformas citadas foram encontrados um significativo número de trabalhos, principalmente após o ano de 2010. Nas plataformas *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct* ao submeter as palavras-chave no idioma português, nenhum ou poucos trabalhos foram encontrados, por estas plataformas terem publicações predominantemente em inglês. Na plataforma *SciELO* e na Revista SOBRAC o volume de trabalhos encontrado foi significativamente inferior ao das demais plataformas, sendo o maior volume de publicações encontradas utilizando as palavras-chave no idioma português.

Pode-se dizer que é expressivo o número de pesquisas que tratam sobre o mapeamento de ruído ou estudos relativos aos níveis de pressão sonora e a poluição sonora em espaços urbanos. Dos trabalhos selecionados nesta primeira fase, foi possível observar que grande parte foi desenvolvido nos últimos 7 anos (2015 a 2021) e a maior parte destes disponibilizados em plataformas internacionais. Contudo ainda não é possível afirmar que todos estes trabalhos atendem ao protocolo estabelecido para esta RSL, sendo assim estes trabalhos passaram por uma segunda filtragem. Esta filtragem trata-se da leitura completa dos 213 trabalhos identificados como adequados para análise.

Dando continuidade ao processo de seleção dos trabalhos, foi feita a leitura completa deles, verificando principalmente se abordavam alguma metodologia ou método de mapeamento de quantidade sonora, representada tanto na forma de mapas, quanto tabelas e gráficos, a fim de apresentar a condição acústica na qual o

local por eles estudado se encontravam. Qualquer empecilho, que inviabilizasse a leitura completa do trabalho, ele seria classificado como excluído. Também seriam retirados os trabalhos que, ao analisar seu conteúdo, seus métodos e ferramentas apresentados não trariam informações sobre o desenvolvimento de mapeamentos de quantidade sonora desenvolvidos no território brasileiro. Após a análise e leitura dos trabalhos, foi elaborado o gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2: Número de trabalhos rastreados



Fonte: o autor.

Como pode ser visto, a maior parte dos trabalhos foram excluídos. Do total de 213 trabalhos, apenas 97 (46%) foram selecionados. Dos artigos excluídos grande parte não atendia integralmente os critérios pontuados no protocolo (Quadro 2) e outros por não haver disponibilidade para acesso integral ao artigo, tanto por indisponibilidade em meio digital, quanto pelos trabalhos não estarem disponíveis gratuitamente, havendo a necessidade de compra para acesso integral (apenas 6 artigos).

Após esta segunda análise, os trabalhos selecionados foram listados e organizados cronologicamente, destacando em quais bases eles foram encontrados, os autores, a localização de onde os estudos foram desenvolvidos (cidade, estado e região), disponível no apêndice C. Os trabalhos que não estão disponíveis

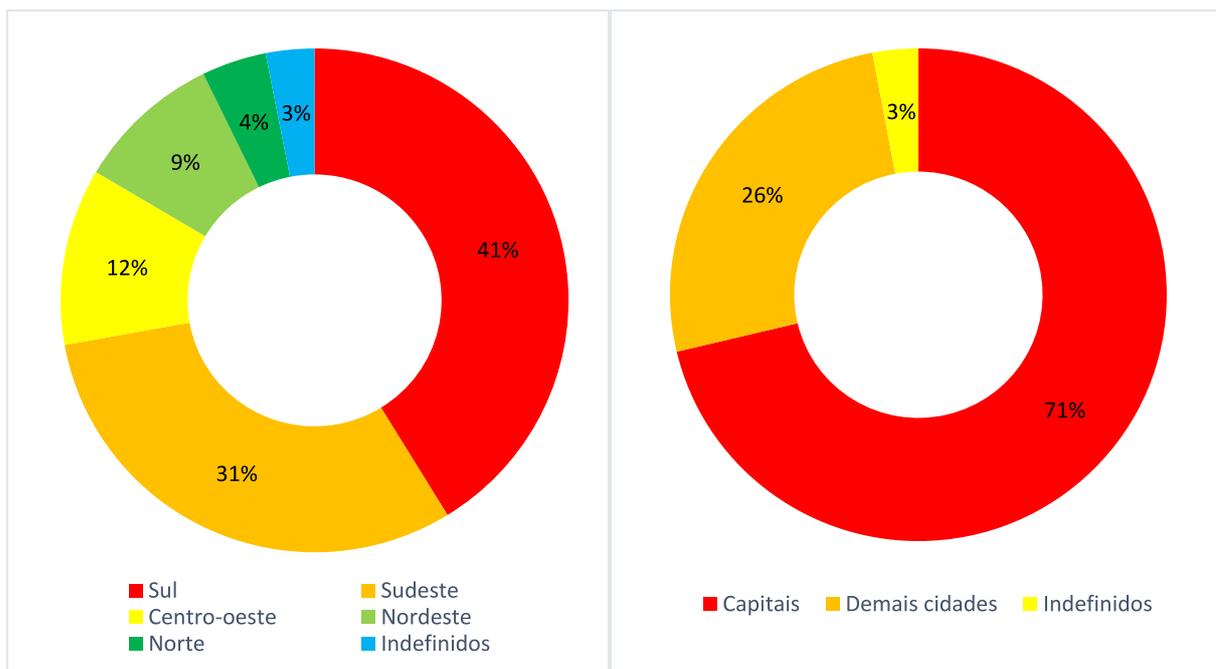
integralmente nas plataformas pesquisadas, mas cujo resumo encontra-se disponível e abordavam a temática pesquisada, foram destacados em negrito.

Da relação de trabalhos selecionados, o primeiro é uma dissertação de mestrado defendida em 1993, intitulada “Planejamento de transporte urbano considerando o impacto da poluição sonora”, produzido por Louredo (1993). Apesar da temática importante sobre o tema em um contexto temporal que antecede as duas últimas atualizações da norma NBR 10.151 (ABNT, 2000; ABNT, 2019), este trabalho não se encontra disponível por falta de autorização para divulgação pública, ou por só ter a versão física (impressa).

Grande parte dos trabalhos são resultado de pesquisas desenvolvidas durante a pós-graduação (mestrado e doutorado), por serem dissertações e teses disponibilizadas na plataforma Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES, com alguns trabalhos também disponíveis na forma de artigos publicados em periódicos.

Dentre todas as regiões do Brasil, a região sul é a mais estudada, com 40% dos trabalhos desenvolvidos, seguida da região sudeste (33%), nordeste (11%), centro-oeste (10%) e norte (3%). Alguns trabalhos (3%) são estritamente teóricos e não entram na classificação por região, mas abordam a temática, legislação, normas ou simulações dentro do contexto do brasileiro.

Gráfico 3 – Proporcionalidade de publicações por região e porte da cidade:



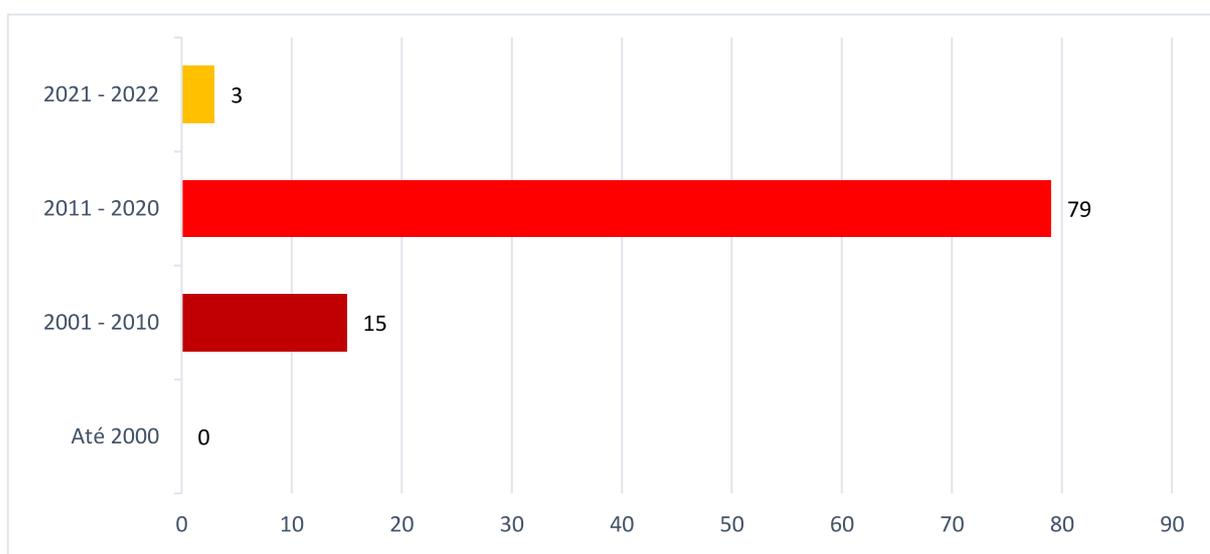
Fonte: o autor

Em relação ao porte das cidades estudadas, 71% delas correspondem às capitais dos estados, ou seja, cidades de médio a grande porte, com população superior a 500 mil habitantes.

Quanto ao conteúdo dos trabalhos e os assuntos abordados são bem diversos. Alguns estudos analisam áreas pequenas, como trecho de rodovias, pontos isolados de estações ferroviárias, centros de distribuição de energias ou uma fábrica. Mas há trabalhos que estudam espaços maiores, como *campus* universitário e bairros. Nenhum dentre os encontrados abordou o mapeamento ou estudo acústico da cidade em sua totalidade, apenas foi feita referência ao Mapa Acústico de Belém (MAB) por Lima (2011).

Conforme o gráfico 4, grande parte das pesquisas foram desenvolvidas entre 2011 e 2022³ (97 publicações). O crescimento dos estudos sobre acústica urbana e mapeamento de acústico na última década, mostra um pouco do que se espera para os próximos anos, principalmente pelo aumento da preocupação com os elevados NPS, bem como os alertas da OMS quanto aos riscos à qualidade de vida, à saúde e ao meio ambiente.

Gráfico 4 – Número de trabalhos selecionados por período:

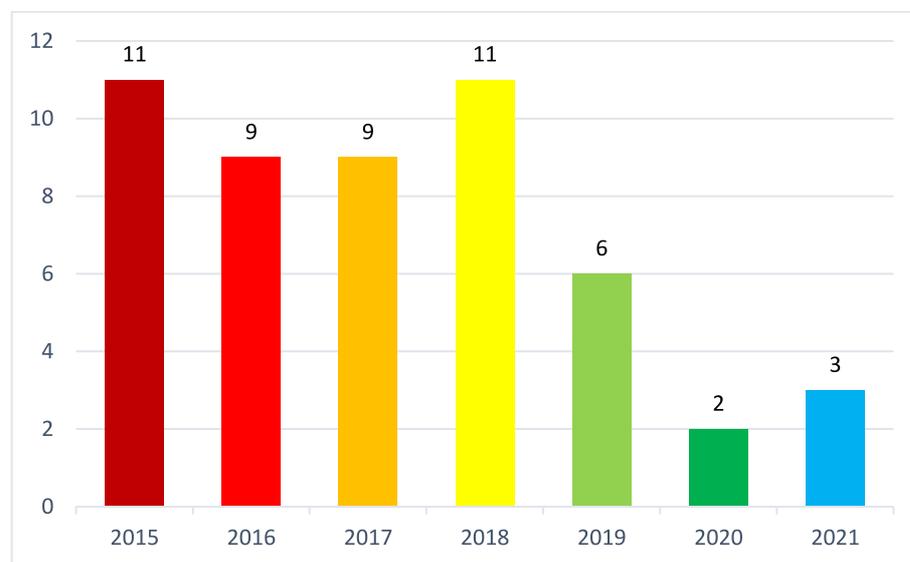


Fonte: o autor

³ Algumas plataformas, como *Science Direct* e Periódicos CAPES, disponibilizam dados relativos a publicações futuras.

Porém, quando analisado o número de publicações ano a ano entre 2015 e 2021, foi observado uma estabilidade nos números até 2018, com uma leve tendência de queda a partir de 2019 (Gráfico 5). Este fato, pode estar relacionado a uma possível queda dos investimentos em pesquisas realizadas no Brasil nos últimos anos e principalmente por conta da pandemia do vírus SARS-CoV-2 (COVID-19), a partir de 2020, que mudou a dinâmica das pesquisas desenvolvidas ou em desenvolvimento.

Gráfico 5 – Proporcionalidade de publicações entre 2015 e 2021:



Fonte: o autor

Em um terceiro momento da RSL buscou-se aprofundar no conteúdo dos trabalhos, classificando-os segundo a localização geográfica da área estudada, bem como quantificando e classificando quais territórios foram mais estudados em detrimento de outros. Estes resultados trouxeram uma possível relação entre a legislação vigente nestas cidades/estados, ao tamanho da população/habitantes, ao grau de instrução da população sobre o tema e ao volume de reclamações por perturbação.

Para a extração de informações e o preenchimento dos quadros 5, 6, 7 e 8, foi necessário o acesso total dos documentos, para a leitura na íntegra da pesquisa. Mas como destacado no quadro 2, não foi possível acessar a todos os trabalhos (destacados em negrito), sendo os acessados listados e referenciados no APÊNDICE B – Lista de referências bibliográficas acessadas integralmente na RSL.

As referências listadas estão em ordem cronológica de [1] à [97], sendo o primeiro de 2002 (SOUSA e CARDOSO, 2002) com estudo realizado na cidade de São Paulo/SP e o último de 2021 (NASCIMENTO *et al.*, 2021) com estudo realizado na cidade de Goiânia/GO.

Quadro 5 – Artigos selecionados por localização:

Região	Estados	Cidade	Qtd.	Referências
Sul	Paraná	Curitiba*	35	[2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [11] [12] [13] [14] [19] [22] [25] [26] [27] [28] [35] [37] [43] [44] [45] [46] [50] [52] [54] [55] [61] [62] [78] [83] [88] [89] [93]
		Maringá	2	[12] [69]
		Londrina	1	[18]
		Ponta Grossa	1	[95]
	Rio Grande do Sul	Caxias do Sul	1	[38]
Sudeste	São Paulo	São Paulo*	8	[1] [39] [71] [76] [79] [80] [84] [90]
		Bauru	1	[16]
		Sorocaba	1	[17]
		São Carlos	4	[29] [30] [34] [82]
		Campinas	1	[36]
		Ribeirão Preto	1	[41]
		Rio Claro	2	[53] [60]
	Campos do Jordão	1	[74]	
	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro*	6	[10] [42] [64] [70] [81] [97]
		Niterói	2	[67] [73]
Minas Gerais	Juiz de Fora	2	[92] [94]	
Espírito Santo	Vitória*	1	[58]	
Centro-oeste	Distrito Federal	Brasília*	3	[21] [49] [57]
	Mato Grosso do Sul	Campo Grande*	2	[23] [56]
	Goiás	Goiânia*	3	[47] [66] [86] [96]
	Mato Grosso	Cuiabá*	1	[72]
		Sinop	1	[77]
Nordeste	Ceará	Fortaleza*	1	[15]
	Sergipe	Aracajú*	1	[20]
	Rio Grande do Norte	Natal*	5	[24] [33] [40] [65] [75]
		Mossoró	1	[51]
	Pernambuco	Recife*	1	[31]
	Paraíba	João Pessoa*	1	[68]
Norte	Amazonas	Manaus*	1	[48]
	Pará	Belém*	3	[59] [87]
Indefinidos			3	[63] [85] [91]
Total			97	

*Capitais

Fonte: O autor

Dentre os trabalhos pontuados no quadro 5, o primeiro foi realizado na cidade de São Paulo/SP, seguido por diversas pesquisas na cidade de Curitiba e Rio de Janeiro. Apesar da concentração das pesquisas iniciais ser em uma capital da região sul e em duas capitais do sudeste, o número de pesquisas desenvolvidas na região sul, quando comparada com todas as demais regiões do país, correspondem a mais de dois quintos dos trabalhos acessados integralmente na RSL (cerca de 40 trabalhos ou 40%), e das 40 pesquisas, cerca de 35 foram realizadas na cidade de Curitiba/PR (81% das pesquisas realizadas na região sul e 35% do total de 97 trabalhos). Praticamente todos os trabalhos realizados em Curitiba citam em algum momento a legislação municipal vigente na cidade de Curitiba, que determina NPS específicos para cada região conforme uso e ocupação. Em relação aos demais trabalhos, são citadas as NBR 10.151/2000 ou sua atualização de 2019, bem como em raros casos a legislação federal, estadual e municipal vigentes.

Quando analisada a visão macro dos dados, pode-se dizer que as pesquisas se concentram principalmente nas capitais (71%) ou em cidades com mais de 500 mil habitantes, locais onde a poluição sonora é mais presente, e conseqüentemente mais perceptível e prejudicial à saúde. Contudo a região sudeste foi onde houve maior interiorização das análises, ou seja, trabalhos realizados fora das capitais, tendo expressivo número de cidades do interior dos estados analisadas, quando comparadas às demais regiões (15 trabalhos de um total de 30). Mas essa interiorização não ampliou estudos para cidades menores, e sim para cidades importantes na região metropolitana. As regiões norte, nordeste e centro-oeste juntas correspondem a menos de um quarto dos trabalhos (25 trabalhos ou 25%), número menor do que o desenvolvido só na cidade de Curitiba (35 trabalhos no total).

Dentre os trabalhos selecionados, o estado do Paraná é o que apresentou maior quantidade de estudos (39 trabalhos), seguido de São Paulo (19 estudos). No entanto, Minas Gerais, o estado com a segunda maior população e com a maior quantidade de municípios do país, apresentou apenas 2 estudos, que não foram desenvolvidos na capital (Belo Horizonte), e sim ambos desenvolvidos na cidade de Juiz de Fora e publicados em 2020.

Dando continuidade ao processo desta etapa, também foram pontuados os principais métodos de obtenção de dados (*inputs*) e quais as ferramentas utilizadas para processar, avaliar e apresentar os resultados conforme as necessidades de

cada pesquisa. Desta forma, foi elaborado o Quadro 6. Nele foram colocados *softwares* conhecidos e os métodos aplicados.

Quadro 6 – Métodos e ferramentas:

MÉTODO	QTD.	ARTIGOS	SOFTWARES	QTD.	ARTIGOS
Levantamento <i>in loco</i>	67	[1] [2] [3] [4] [5] [7] [10] [11] [12] [13] [14] [16] [19] [22] [24] [25] [26] [27] [29] [30] [32] [33] [34] [35] [37] [38] [39] [41] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [54] [55] [60] [61] [64] [67] [68] [69] [70] [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [80] [81] [82] [83] [86] [87] [88] [89] [90] [92] [93] [95] [97]	SoundPLAN	16	[5] [25] [33] [38] [41] [44] [57] [62] [64] [65] [68] [72] [74] [75] [83] [88]
Simulação	46	[5] [19] [22] [23] [25] [26] [27] [29] [30] [32] [33] [34] [35] [36] [38] [39] [40] [42] [43] [46] [54] [55] [57] [58] [61] [62] [65] [67] [68] [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [81] [83] [86] [88] [89] [90] [93] [95] [96] [97]	Cadna-A	12	[10] [15] [29] [30] [34] [42] [49] [54] [67] [73] [81] [95]
Teórico	9	[13] [53] [59] [63] [71] [79] [84] [85] [91]	Predictor ⁴	19	[19] [26] [27] [28] [32] [35] [39] [52] [55] [56] [58] [61] [77] [78] [80] [89] [90] [96] [97]
Entrevista / Questionário	17	[4] [7] [8] [11] [12] [13] [21] [35] [37] [39] [43] [45] [52] [58] [87] [90] [92]	Outros	37	[1] [7] [11] [13] [16] [17] [18] [22] [23] [24] [36] [41] [42] [45] [46] [47] [48] [50] [51] [54] [55] [57] [59] [65] [67] [68] [69] [70] [73] [75] [76] [78] [82] [86] [92] [93] [95]

Fonte: O autor.

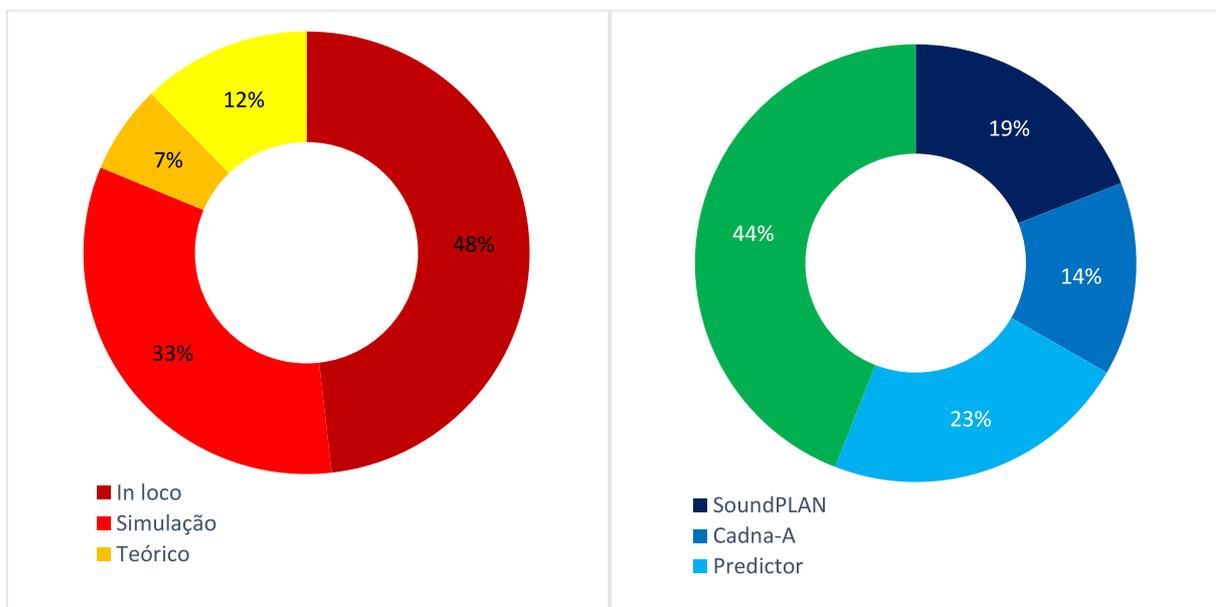
O método tradicional para levantamento dos dados foi o principal utilizado pelas pesquisas, que consiste no uso de sonômetro *in loco* para a captação dos NPS, bem como quantificação do número de veículos, identificação das fontes sonoras, e parâmetros para simulação. Alguns trabalhos realizaram entrevista ou aplicação de questionários, buscando compreender as percepções e sensações dos

⁴ Esta pesquisa levou em consideração as várias versões deste *software*.

usuários ou moradores vizinhos aos espaços estudados, lembrando que os questionários eram em sua maioria utilizados em conjunto com o levantamento de outros dados, como NPS e localização geográfica.

Das pesquisas relacionadas no quadro 7, 66% fizeram uso de *software* específico de acústica para realização dos estudos, sendo eles o *Predictor* (23%), o *SoundPLAN* (19%) e o *Cadna-A* (14%) todos em suas variadas versões dos últimos 20 anos. Os demais utilizaram-se de outros programas para cálculo e/ou confecção de mapas que não são específicos de acústicas, mas que trouxeram resultados semelhantes, como *ArcGIS*, *QGIS*, *Surfer 8* e *Excel*. A busca por *softwares* alternativos no Brasil se dá pelo alto custo das licenças e pelos programas às vezes exigirem padrões dos quais não são aplicáveis no Brasil. Estas alternativas podem contribuir para o desenvolvimento de metodologias alternativas mais baratas e de fácil implementação dentro do setor público, utilizando parte destas ferramentas que já estão inseridas em outros setores da administração pública, como *ArcGIS* e *QGIS*.

Gráfico 6 – Proporcionalidade de publicações em função do método de levantamento de dados e programas utilizados no processo de cálculo e/ou simulação:



Fonte: o autor

Em relação às fontes sonoras estudadas, principal objeto de investigação no processo de mapeamento acústico, foi elaborado um quadro com as três principais, sendo elas o ruído rodoviário, ferroviário e aeroportuário. O resultado desta

classificação, conforme a fonte sonora, pode ser comparado com o possível uso de normas técnicas específicas pelos autores, para a obtenção de dados e avaliação dos resultados obtidos pelos trabalhos selecionados, bem como entender a relação entre as fontes sonoras estudadas e o volume de reclamações por perturbação, por exemplo.

Quadro 7 – Fontes sonoras estudadas:

Fonte sonora	Quantidade	Artigos
Rodovias / vias urbanas / veículos	69	[1] [2] [3] [4] [7] [8] [10] [11] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [22] [23] [24] [26] [27] [28] [29] [30] [33] [34] [35] [37] [39] [40] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [54] [55] [57] [58] [60] [61] [64] [66] [67] [68] [69] [70] [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [81] [82] [83] [86] [87] [88] [89] [90] [92] [93] [96] [97]
Aeroportos	7	[7] [8] [15] [21] [36] [41] [42]
Ferrovias	7	[7] [8] [10] [25] [43] [62] [95]
Outros	18	[5] [6] [7] [8] [10] [15] [18] [31] [35] [38] [45] [47] [50] [51] [59] [65] [80] [92]

Fonte: O autor.

O ruído mais percebido e estudado nas pesquisas é oriundo de rodovias em áreas urbanas, vias públicas em áreas urbanas. Há de se lembrar que no Brasil e no mundo a principal fonte de ruído urbano é o automóvel (NIEMEYER, 2007 *apud* FLORENCIO *et al.*, 2017), também responsável pelo maior volume de reclamações no espaço urbano.

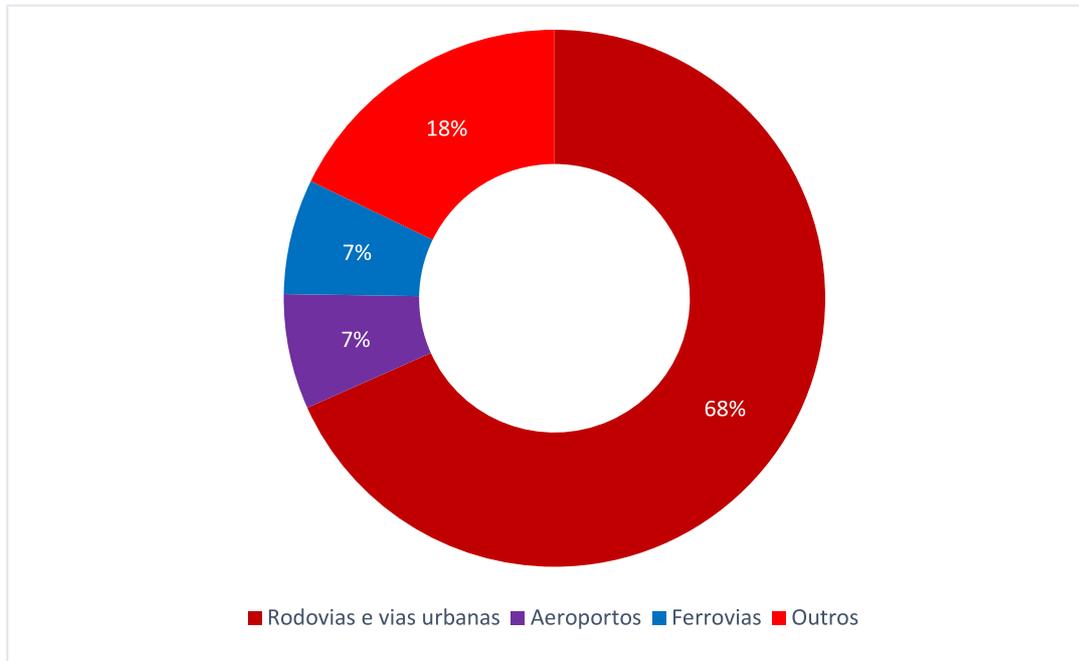
Os estudos realizados em áreas próximas a aeroportos tiveram mais ênfase na análise do impacto de vizinhança, utilizando o mapeamento com instrumento de análise do impacto do ruído gerado pelas aeronaves em equipamentos urbanos e residências, cujos limites dos NPS são menores, além de pontuarem legislação e normas específicas.

Os estudos relacionados às ferrovias focaram mais nas estações e na circunvizinhança, seguindo o mesmo pensamento dos estudos realizados em aeroportos. Contudo, dos estudos observados, nenhum pontuou normas ou legislação específica sobre o controle da poluição sonora em ferrovias.

As outras fontes sonoras estudadas, que utilizaram mapeamento sonoro como instrumento de análise foram áreas industriais, fábricas, centros de distribuição de energia e eventos. Uma fonte de poluição sonora, que era esperado, mas não foi abordado, foi de ruídos provenientes da construção civil. Esta foi tratada apenas por

trabalhos que analisavam a poluição sonora em relação a NR-15, Norma Regulamentadora direcionada a classificação de atividades e operações insalubres.

Gráfico 7 – Proporcionalidade de publicações em relação as fontes sonoras:



Fonte: O autor.

Dentro das outras fontes sonoras estudadas estão alguns trabalhos interessantes. O trabalho apresentado por Brito e Coelho (2010), propôs o mapeamento e análise dos NPS em eventos de grande porte (*shows*) realizados em espaços públicos abertos em áreas urbanas de Fortaleza/CE. Os estudos de Diniz e Zannin, (2004) e Diniz e Zannin, (2005) propuseram a análise da poluição sonora gerada por subestações de energia em áreas urbanas da cidade de Curitiba/PR. Casas *et al.* (2014) realiza um estudo de simulação e mapeamento para o controle do ruído industrial, também na cidade de Curitiba. Estes estudos se pautaram em suas respectivas leis municipais vigentes de onde estão inseridos. Esta abordagem foi pouco vislumbrada em outros trabalhos. Em relação aos parâmetros de medição, métodos de cálculo e simulação tiveram como base a NBR 10.151.

Por fim, foram vistos os parâmetros mais utilizados no processo de obtenção de dados, como o número de pontos utilizados, dias e horários das medições e a duração da coleta dos dados *in loco*. O objetivo desta etapa é obter informações

sobre parâmetros aplicados de forma ampla no território nacional, verificando se eles interferem significativamente nos resultados pretendidos em cada pesquisa.

Quadro 8 – Parâmetros para medição e mapeamento de quantidade sonora em diferentes metodologias

Número de Pontos	Dias de medição	Horários de medição	Duração de medidas	Fonte bibliográfica
28	Segunda-feira	8:00 às 17:00	-	[1]
1000	Segunda-feira à sexta-feira (dias úteis)	12:00 às 13:00 18:00 às 19:00	-	[2] [3]
21	-	18:00 às 19:00	-	[4]
122	-	-	-	[7]
303	Segunda-feira à sexta-feira	17:00 às 19:00	-	[9]
14	-	-	-	[10]
55	Terça-feira, quarta-feira e quinta-feira.	14:00 às 15:00	5 min.	[11]
225+55	-	9:00 às 18:00	-	[12]
100	-	-	-	[13]
55	-	17:00 às 19:00	-	[14]
-	-	19:00	-	[15]
40	-	7:00/12:00/18:00	-	[16]
32	Quarta-feira	6:00 às 8:00 16:00 às 19:00	-	[17]
28	-	7:01 às 19:00 19:01 às 22:00 22:01 às 07:00	-	[19]
69	-	12:00 às 13:00 18:00 às 19:00	-	[20]
4	-	10:24 às 10:48 10:48 às 11:07 10:25 às 10:55 10:25 às 10:50	24 min. 19 min. 30 min. 25 min.	[22]
82	-	14:00 às 16:00	5 min.	[24]
19	-	-	Entre 30 min. e 257 min.	[25]
22	-	-	Até 60 min.	[27] [28]
48	-	Manhã, tarde e noite	5 min. 1 hora	[29]
18	-	-	Entre 5 min. E 15 min.	[30]
29	-	Manhã, tarde e noite	-	[32]
52	3 dias da semana	7:00 às 8:00 21:00 às 22:00 22:00 às 23:00	10 min.	[33]
48	-	7:00 às 8:00 20:00 às 21:00	5 min.	[34]
58	Segunda-feira à sexta-feira	13:30 às 17:00	3 min.	[35]

(continua)

Quadro 9 – Parâmetros para medição e mapeamento de quantidade sonora em diferentes metodologias

(continuação)

Número de Pontos	Dias de medição	Horários de medição	Duração de medidas	Fonte bibliográfica
23	-	-	10 min.	[37]
143	-	7:00 às 9:00 19:00 às 7:00	3 min.	[38]
75	-	-	-	[39]
41	-	13:30 às 16:30	15 min.	[45]
16	-	-	10 min.	[46]
122	Segunda-feira à sábado	7:00 às 9:00 13:00 às 15:00 19:00 às 21:00 9:00 às 11:00 (sábado)	-	[47]
133	-	17:00 às 19:00 22:00 às 24:00	5 min.	[48]
19	-	7:00 às 9:00 14:00 às 16:00 17:00 às 19:00	-	[49]
54	-	Diurno	15 min.	[50]
6	-	20:00 às 21:30	-	[51]
6 a 9 em cada parque	-	17:00 e 19:00	15 min.	[52]
-	Terça-feira Quarta-feira Quinta-feira	7:00 às 8:00 17:30 às 18:30	-	[54]
232	-	07:01 à 19:00	10 min.	[55]
174	Segunda-feira à sexta-feira	6:00 às 18:00	10 min.	[56]
37	-	-	-	[57]
10	-	17:30 às 19:00	15 min.	[58]
35	-	8:00 às 9:00 11:00 às 12:00 12:00 às 13:00 14:30 às 15:30 (Sábado) 17:00 às 18:00 18:00 às 19:00	-	[60]
24	-	-	15 min.	[61]
-	-	9:00 às 12:00	-	[64]
67	-	8:00 às 12:00 13:00 às 17:00	-	[66]
11	-	7:00 às 19:00 19:00 às 23:00 23:00 às 7:00	20 min.	[67] [73]
12	Terça-feira Quarta-feira Quinta-feira	6:45 às 7:45 18:15 às 19:15	10 min.	[68]
5	-	7:00 às 8:30 11:30 às 13:00 17:00 às 18:30	15 min.	[69]
14	-	7:00 às 9:00 17:00 às 19:00	-	[72]
15	-	-	120 min.	[74]

(continua)

Quadro 9 – Parâmetros para medição e mapeamento de quantidade sonora em diferentes metodologias

(conclusão)

Número de Pontos	Dias de medição	Horários de medição	Duração de medidas	Fonte bibliográfica
193	-	7:00 às 8:00 17:00 às 18:00	5 min. 10 min. 15 min. 20 min.	[75]
23	Terça-feira Quarta-feira Quinta-feira	-	15 min.	[76]
62	-	6:30 às 7:30 17:00 às 18:00	10 min.	[77]
65	-	7:01 às 19:00	15 min	[78]
13	-	-	20 min.	[81]
25	-	7:00 às 22:00 22:00 às 7:00	10 min.	[82]
-	Segunda-feira a Sábado	7:00 às 16:00 19:00 às 4:00	-	[83]
34	-	-	10 min. À 15 min.	[86]
75	-	-	15 min.	[89]
21	-	14:00 às 16:00	1 min.	[90]
32	-	-	3 min. 15 min.	[92] [94]
60	-	9:00 às 11:00 14:00 às 17:00	1 hora 15 min.	[93]
12	-	-	5 min.	[97]

Fonte: adaptado pelo autor (NAGEM, 2008)

Todas as pesquisas que fizeram levantamento *in loco* apresentaram, como justificativa à determinação do tempo de coleta dos dados, o estabelecido pela norma NBR 10.151/2000 e sua atualização NBR 10.151/2019, que sugerem a determinação do tempo de coleta dos dados com base na percepção de suficiência para a obtenção das informações necessárias para o estudo em curso (SOARES, 2013; GIUNTA, 2013; MILANEZ, 2013). Sendo assim, foi observada uma variação do tempo de coleta dos NPS, havendo pesquisas com tempo de 3 min. e outras com mais de 4 horas, mas com a grande maioria com tempo entre 5 min. e 15 min. em cada ponto.

Das pesquisas que citaram os dias em que foram feitas as medições, em sua maioria sugerem que se evite datas comemorativas, feriados, finais de semana, dias próximos a eventos especiais (*shows*, por exemplo), início da semana e final da semana, no caso segundas-feiras e sextas-feiras (PALMA, 2018). Isso ocorre por estes eventos podem interferir significativamente nos resultados, como aumento do

fluxo de pessoas e veículos, desde que estes fatos não façam parte dos objetos de estudo.

Em reação ao turno em que foram coletados, os trabalhos focaram principalmente em horários de pico (diurno e vespertino) entre 6:00 horas e 22:00 horas. Esta definição de horários pode ser pautada na legislação, quando o estudo foca em áreas urbanas específicas, como é o caso dos estudos realizados em Curitiba/PR, e pautados na NBR 10.151. Outros trabalhos também levantaram dados em horários fora dos convencionais, principalmente para fins de comparação com os horários de maior movimento e calibragem dos *softwares* de simulação.

Em sua maioria, os trabalhos coletam os dados para obtenção dos NPS mínimo, máximo e equivalente. Além disso, eles utilizam ferramentas urbanísticas para caracterização da área em estudo, como zoneamento, uso, ocupação, tipologia e gabarito.

Outro fator levado em consideração são as condições meteorológicas. Como colocado por Mendonça (2013), para “a Norma ISSO 1996/1 (2003) os níveis de pressão sonora são afetados pelas condições meteorológicas”, como umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, temperatura, precipitação e a ocorrência de nuvens. Mas os parâmetros mais utilizados nos levantamentos acústicos são temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento (NAGEN, 2004; ZANNIN, FERREIRA e SZEREMETA, 2006; ZANNIN e SANT’ANA, 2011; BUNN, 2013; FIEDLER, 2013; ANSAY, 2013; SOARES, 2013; GIUNTA, 2013; ZANNIN et al., 2013; PAIVA, 2014, ZANNIN e BUNN, 2014; PAZ e ZANNIN, 2014; SOARES et al., 2014; COSTA, 2015; BESSA, 2015; SILVA, 2015; SANTOS, 2015; SZEREMETA e ZANNIN, 2015). Para este levantamento são utilizados um termômetro e um anemômetro. Dos trabalhos que citaram este fator a realização dos levantamentos foi em condições meteorológicas ideais (sem chuva e ventos).

Quanto as questões da fonte sonora estudada, grande parte dos trabalhos aponta o tráfego veicular como a principal fonte, sendo assim coletados alguns dados específicos, como quantidade de veículos, velocidade das vias e tipo de veículos que circulam nas áreas estudadas. A quantificação e tipificação dos veículos, bem como velocidade das vias e qualidade das vias é fundamental para simulação, pois estes fatores interferem significativamente nos resultados.

Dentre as normas e leis citadas, as principais são a Directiva 49/2002 (UNIÃO EUROPEIA, 2002), a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal n°

6.938/1981), o Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), a Resolução CONAMA nº1/1990, a NBR 10.151/2000 (ABNT, 2000) e sua atualização NBR 10.151/2019 (ABNT, 2019), além da ISO 1996: *Acoustics – Description and measurement of environmental noise, Part 1: Basic quantities and procedures*. O uso destas leis e normas são para pautar, justificar e validar os procedimentos de monitoramento e controle da poluição sonora propostos nas pesquisas. Dentre as cidades estudadas as que mais se destacam quanto a citação de leis e normas é Curitiba/PR com legislação específica para as questões acústicas urbanas, seguida de Belém/PA, São Paulo/SP e Fortaleza/CE. Estas três últimas não possuem leis específicas, mas utilizam a norma NBR 10.151, as resoluções do CONAMA e as leis federais (Política Nacional do Meio Ambiente e o Estatuto da Cidade) como referências.

Dentre os autores e coautores dos trabalhos selecionados, o que mais se destacou foi Paulo Henrique Trombetta Zannin, com significativa participação em diversos trabalhos (26 trabalhos como autor ou coautor). Suas publicações e coparticipações em trabalhos abordaram os mais variados métodos de investigação e pesquisas em todas as regiões do país. Predominantemente suas publicações foram desenvolvidas na região sul, local onde reside, mais precisamente a cidade de Curitiba/PR, principal cidade estudada dentre todas as demais estudadas no país. Outros autores e coautores que se destacaram foram Fernando Bunn, Elaine Carvalho da Paz e Bani Szeremeta com trabalhos desenvolvidos também na região sul.

Resultante deste processo, para melhor aprofundamento e exemplificação do processo de estudo do ambiente acústico urbano no Brasil, foi elaborado um conjunto de casos estudados, baseados nas citações e nos estudos selecionados, separados por região, evidenciando cidades mais estudadas ou citadas e os métodos nelas aplicados.

4 CASOS DE ESTUDO

Para compreender os impactos do ruído urbano no Brasil, buscou-se estudos ou aplicações que pudessem exemplificar o processo de mapeamento de quantidade sonora e a importância dos estudos de impacto de ruído no contexto urbano nacional. Como supracitado, devido a questões culturais, climáticas, entre outros fatores, há em tese significativas dificuldades no controle da poluição sonora no Brasil, principalmente pelo alto fluxo de veículos nas ruas, predominante fonte de ruído urbano.

Em relação as questões do clima, que favorecem o uso da ventilação natural, é importante verificar o índice da quietude do local. Em áreas ruidosas as pessoas buscam manter janelas e portas fechadas, buscando evitar o contato direto com o ruído exterior, prejudicando assim a ventilação natural. O correto, neste caso, seria de que as pessoas pudessem manter suas portas e janelas abertas, sem haver prejuízos quanto a qualidade ambiental interna as edificações.

O Brasil ainda não possui padrões de cálculo de ruído ambiental para as características de suas cidades (CARNIEL, POZZER, HOLTZ; 2018), importantes para poder entender, simular e analisar melhor a situação do ruído ambiental no país.

Neste capítulo, serão vistos alguns casos de estudos a fim de compreender os parâmetros mais utilizados no processo de levantamento e análise dos dados coletados, com o objetivo de traçar o melhor método para pesquisas futuras.

4.1 MAPEAMENTOS DE INTENSIDADE SONORA NA REGIÃO SUL

Dentre as cinco regiões do Brasil, a maior parte dos estudos no âmbito da acústica urbana, selecionados na RSL, se concentram na região Sul, mais precisamente na cidade de Curitiba/PR. Os estudos abordaram desde análise acústica ao processo de mapeamento de quantidade sonora em locais preestabelecidos das cidades analisadas, onde há maior circulação de veículos e uso contínuo das pessoas. A partir da leitura dos trabalhos selecionados, foi possível observar uma diversidade de métodos de investigação, obtenção de dados, processamentos das informações coletadas e apresentação de resultados. Partindo desta impressão optou-se pela apresentação de pontos levantados de maior

relevância e que pudessem trazer significativa contribuição para esta pesquisa. Será a partir destas discussões que as diretrizes do mapeamento de intensidade sonora para cidades de médio porte no Brasil serão elaboradas.

Algumas particularidades dos estudos desenvolvidos nesta região foi o trabalho realizado por Marchetti e Carvalho (2011), que diferente de outros estudos, por não haver em sua metodologia e abordagem o processo de medições dos NPS, trabalhou o mapeamento a partir do volume de reclamações sobre a perturbação causada pelo ruído, mostrando assim bairros da cidade onde determinados tipos de ruídos incomodam mais que outros, além de quais equipamentos urbanos, como escolas e hospitais, podem estar sendo afetados. Com este estudo é possível detectar as principais fontes sonoras que incomodam as pessoas que residem naquela região, sendo assim mais fácil estabelecer em quais pontos deve haver medições *in loco*, além dos critérios e cálculos necessários.

Este estudo não foi o único a utilizar este método. Outros estudos aplicaram este estudo acústico como parte do processo de obtenção de dados, como um complemento, diagnóstico ou justificativa para o desenvolvimento do MQS, como no caso de São Paulo/SP e de Fortaleza/CE. Estas cidades pautaram a necessidade de se fazer o MQS com base no aumento das reclamações sobre a poluição sonora e pela busca de soluções mais efetivas.

Em outro estudo, desenvolvido na cidade de Maringá/PR, seus autores apresentaram a relação entre NPS e o impacto deles no valor do imóvel (TEIXEIRA, 2017), trazendo um outro ponto que pode vir a ser abordado também como uma justificativa na implementação do MQS ou na exigência do EIV. A aplicação desta pesquisa em outras cidades e se comprovada a sua tese, de que a poluição sonora interfere negativamente no valor do imóvel ou que pode sofrer redução em áreas mais ruidosas, a procura por soluções que reduzam a poluição sonora nos espaços interno e externos ou busca por soluções técnicas construtivas de isolamento acústico podem se tornar mais frequentes. Este ponto esbarra no que o EPO e a NBR 15.575 propõem, que consiste na análise da edificação antes, durante e após sua ocupação, a fim de mensurar a qualidade e a durabilidade. Pensando do ponto de vista acústico, isso poderia despertar maior interesse das pessoas pelo tema, além da busca por mais soluções.

Outros estudos, também desenvolvidos nesta região, focaram no espaço urbano de Curitiba/PR. Entre artigos, dissertações e teses, os trabalhos abordaram

os mais diversos assuntos que tangenciavam a acústica, legislação, normas e pessoas. Sendo assim, optou-se pela colocação dela como caso a ser estudado por este trabalho.

4.1.1 Estudos de quantidade sonora e ambiente acústico de Curitiba/PR

A cidade de Curitiba, “conhecida internacionalmente como a ‘Capital Ecológica do Brasil’ pela sua atenção com o meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável” (LACERDA, *et al.* 2005), foi uma das principais cidades referenciadas e pesquisadas. Isso se deu tanto pela legislação nela vigente sobre as questões acústicas urbanas, quanto pelo seu planejamento, zoneamento, entre outras questões.

Considerando as pesquisas selecionadas na RSL, a cidade é referência na análise do espaço e da acústica urbana no Brasil. Isso faz com que, tanto sua legislação, quanto os métodos utilizados na cidade podem trazer significativas contribuições para o processo de elaboração de diretrizes para o MQS.

Apesar da legislação sobre as questões acústicas no espaço urbano vigente desde 1995, a aplicabilidade dela é desafiadora ao município até os dias atuais (ZANNIN; SZEREMETA, 2003; ZANNIN; FERREIRA; SZEREMETTA, 2006; RIBAS; SCHMID; RONCONI, 2010; CANTIERI *et al.* 2010). A Lei Municipal nº 8.583/1995, revogada pela Lei Municipal 10.625/2002, consiste em “proibido perturbar o sossego e o bem-estar público com ruídos, vibrações, sons excessivos ou incômodos de qualquer natureza, produzidos por qualquer forma ou contrariem os níveis máximos de intensidade, fixados por esta lei.” (CURITIBA, 1995). Esta lei foi citada por alguns trabalhos como referência no processo de regulamentação da poluição sonora em espaços urbanos, pode ser usada como base em outros municípios, que não possuem quaisquer diretrizes.

A Lei Municipal 10.625/2002, também citada por alguns trabalhos (SANTOS, 2015; SZEREMETA; ZANNIN, 2015; BRESSANE *et al.*, 2015; BUNN; FILHO; ZANNIN, 2016), “dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem-estar e do sossego público, revoga as leis nº s 8583, de 02 de janeiro de 1995, 8726, de 19 de outubro de 1995, 8986, de 13 de dezembro de 1996, e 9142, de 18 de setembro de 1997, e dá outras providências” (CURITIBA, 2002). Esta lei trouxe atualizações, novos critérios e medidas quanto a questão acústica no espaço urbano.

Já a Lei Municipal 11.266/2004 citada por Santos (2015), “dispõe sobre a adequação do plano diretor de Curitiba ao Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257/01, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do município” (CURITIBA, 2004), traz pontos importantes do que deve ser trabalhado e discutido na cidade, dentre elas a questão da poluição sonora.

Ao citar estas três leis municipais, vemos que a cidade de Curitiba apresenta uma certa vanguarda quanto ao controle da qualidade ambiental acústica do espaço urbano, podendo assim ser considerada um modelo a ser seguido por outras cidades brasileiras. Contudo, apesar de haver leis bem estruturadas, a cidade enfrenta ainda hoje problemas quanto ao controle da poluição sonora.

As pesquisas apresentadas a seguir, demonstram a inquietação dos pesquisadores quanto aos problemas acústicos urbanos enfrentados pela cidade, bem como de suas consequências para os seus habitantes. Esta inquietação não é particular desta cidade, mas vem sendo cada vez mais abordada, principalmente nos últimos anos por influência direta ou indireta de pesquisas desenvolvidas nesta localidade, pois os resultados mostram a urgência de se tratar deste assunto junto ao poder público, para que ações mais efetivas possam ser tomadas.

Em pesquisa realizada entre setembro e dezembro de 2001, por meio de entrevista a moradores de diversas regiões da cidade de Curitiba, foi possível concluir, que a poluição sonora ambiental pode influenciar a qualidade de vida da população urbana gerando reações psicossociais como irritabilidade e insônia (LACERDA, *et al.* 2005).

Em um estudo publicado em 2002, e publicado novamente em 2003, foi feito um levantamento das condições do ambiente sonoro da cidade, onde foram estabelecidos 1000 pontos de coleta de dados em horários de tráfego intenso (das 12:00 às 13:00 e das 18:00 às 19:00), distribuídos conforme uso e ocupação do solo, e a Lei Municipal nº 8.583/1995 (ZANNIN; DINIZ; BARBOSA, 2002; ZANNIN, 2003). Os resultados mostraram que a cidade, apesar de planejada e estruturada ainda apresenta graves problemas em relação a poluição sonora, principalmente em áreas verdes centrais como parques e praças, áreas destinadas a lazer e descanso.

Em 2002, medições foram realizadas em diversos pontos do Jardim Botânico, em pontos onde as pessoas passavam. Também foram aplicados questionários com o intuito de compreender a percepção e experiência dos usuários do parque. Esta pesquisa mostrou que as pessoas não se sentiam incomodadas com o barulho do

entorno, mesmo os NPS estando muito acima do permitido pela legislação para aquela área, estabelecidos pela Lei Municipal nº 8.583/1995 (ZANNIN; SZEREMETA, 2003).

Em 2006 foi publicado um outro estudo mais abrangente, que englobava, além do Jardim Botânico, outros cinco parques da cidade, onde os mesmos resultados foram obtidos, de que os NPS estavam acima do estabelecidos como aceitáveis pela legislação e pela NBR 10.151/2000. Os parques estudados são estritamente urbanos, rodeados por atividades comerciais e de serviços, além de vias de tráfego intenso, ou seja, ambiente acusticamente poluído (ZANNIN; FERREIRA; SZEREMETTA, 2006).

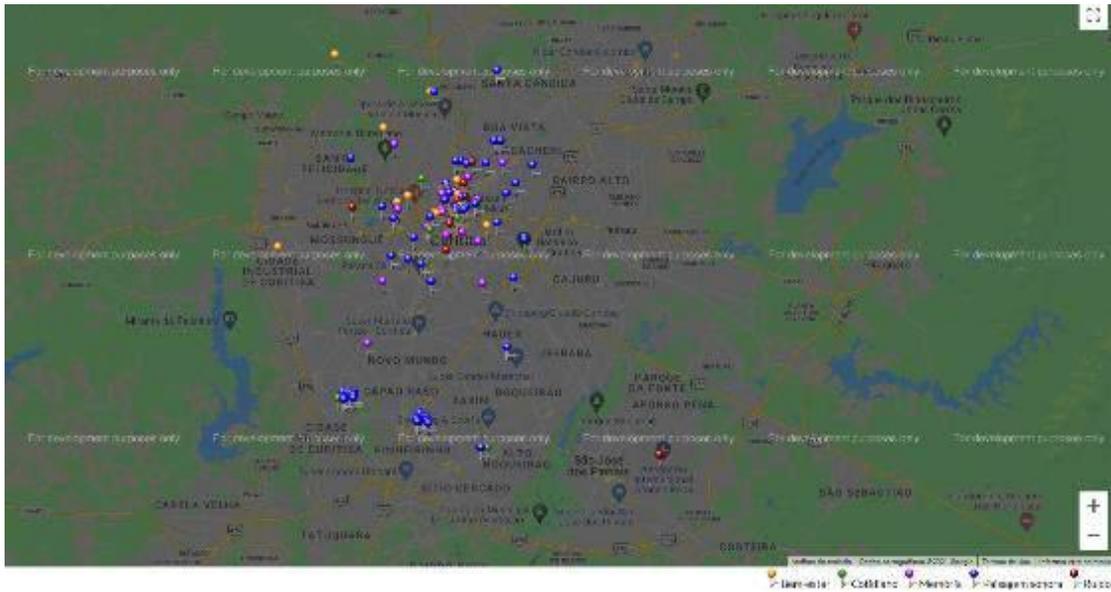
Ribas, Schmid e Ronconi (2010), abordou no âmbito da psicologia pontos interessantes sobre o impacto do ruído urbano na percepção das pessoas sobre o espaço onde elas habitam. Neste estudo, assim como outros de forma indireta, é colocado que apesar da legislação da cidade estabelecer NPS para regiões específicas da cidade com o intuito de melhorar a qualidade de vida dos moradores, a aplicação desta lei não é vista, pois os NPS permanecem altos, e conseqüentemente, prejudiciais à população curitibana. Neste mesmo estudo foi visto, que o ruído foi o que mais se destacou nas entrevistas em relação a outros problemas sociais, como segurança ou tráfego intenso de veículos.

Cantieri *et al.* (2010) realizaram em 2010 um mapeamento com 55 pontos da região central de Curitiba, onde a maior parte dos pontos levantados apresentaram NPS elevados, preocupantes, pois todos também estavam acima dos níveis permitidos pela legislação para o local.

Mas, não é só o trânsito de veículos que contribui para a poluição sonora do espaço urbano, outros equipamentos as como ferrovias que cortam áreas densamente habitadas também apresentam uma crescente preocupação. Em estudo apresentado por Zannin e Bunn (2014) e Bunn e Zannin (2016) foi possível observar o impacto sonoro de ferrovias no meio urbano, que cortam áreas residenciais gerando NPS elevados, acima do permitido pela legislação, mas sem qualquer tratamento para a sua redução.

Durante o processo de investigação sobre os estudos acústicos realizados nesta cidade foi possível encontrar o Mapa Sonoro de Curitiba, iniciado em 2015 e disponível em site próprio.

Figura 3 – Mapa Sonoro de Curitiba



Fonte: Mapa Sonoro de Curitiba, 2021.

No site do projeto, eles colocam que:

[...] mapa virtual apresenta paisagens sonoras e relatos de curitibanos e “curitibocas” sobre as memórias, experiências e percepções aurais de lugares da cidade, compartilhadas ora como “imagens” poeticamente particulares, ora como referências coletivas e familiares para muitos.

De um modo ou de outro, são relatos que apresentam uma perspectiva pouco habitual de se contemplar as próprias passagens na cidade e as transformações pelas quais ela passa.

Nesta cartografia, neste Mapa Sonoro de Curitiba, partimos em busca dos sons que são, de alguma forma, significativos para quem vive na cidade: os sons que perduraram na memória, em contraste com os sons percebidos nos lugares do cotidiano; os sons que irritam, mas também aqueles que encantam.

Enfim, os sons que ganham vida num certo contexto – o vai e vem de quem circula em Curitiba há algum tempo. (MAPA SONORO DE CURITIBA, 2021).

Esta abordagem do mapeamento traz uma percepção completamente diferente sobre o entendimento comportamental do som no espaço, pois além das questões físicas (NPS) são colocadas as impressões das pessoas em um

determinado espaço tempo. Neste caso o som passa a ser mais que um número, é também memórias e sensações.

É importante destacar que a cidade de Curitiba não possui um MIS ou MR como as cidades de São Paulo, Belém ou Fortaleza. Mas com os estudos desenvolvidos até então, é possível afirmar que a cidade está em situação delicada quanto a poluição sonora e que para melhorar a condição de vida dos moradores seria necessária a construção de um MQS, para que possam ser melhor elaboradas políticas que contribuam para a melhoria do ambiente acústico.

4.2 MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO SUDESTE

A região mais populosa do Brasil, onde se concentram as principais e maiores cidades do país, era de se pensar que seria região onde se teriam um maior número de estudos sobre a acústica urbana e o mapeamento acústico. Contudo, diferentemente da cidade de Curitiba/PR na região sul, as cidades da região sudeste, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, que também são grandes centros urbanos não tiveram muitos estudos nem citações de leis municipais. Nestas cidades, onde há um maior descontrole do uso e ocupação do solo, além do crescimento acelerado e desordenado, a poluição sonora também cresce e vem trazendo alguns prejuízos a qualidade ambiental. São Paulo é a cidade protagonista nos estudos e controle dos NPS em seu espaço urbano, com a aplicação o PSIU – Programa de Silêncio Urbano e o Mapa de Ruído Urbano iniciado em 2016, por meio da Lei Municipal nº 16.499/2016, com os primeiros resultados entregues em 2018.

As demais cidades também apresentaram iniciativas de análise acústica de seus espaços. Em Belo Horizonte em 1988 (ALVARES, 1988) e 1992 (ALVARES; PIMENTEL-SOUZA, 1992), mas que desde então não tiveram muita evolução quanto a estudos e controle da poluição sonora. No Rio de Janeiro, foi realizado em 2009 no bairro de Copacabana um mapeamento dos NPS presentes naquela região (PINTO; MARDONES, 2009). Por ser um bairro turístico e muito movimentado os resultados trouxeram apontamentos de que há necessidade de se ampliar o estudo para outras regiões da cidade, com o intuito de melhorar a qualidade de vida e as condições ambientais do local. Este bairro apresenta uma alta densidade populacional e uma diversidade de serviços presentes com funcionamento contínuo

durante o período diurno e noturno. Nesta pesquisa foi utilizado o *software* CADNA-A para a caracterização do ambiente sonoro estudado, compilando os dados coletados no local com as simulações. Os NPS estavam bem acima do estabelecido pela norma NBR 10.151/2000 vigente na época do estudo também sua versão atualizada recentemente.

No trabalho apresentado por Cortês e Aguiar (2016), foi mostrada a importância do afastamento frontal de vias, distanciamento das edificações entre si, da presença de massa vegetada, e da topografia para a redução dos NPS na região do Flamengo, na cidade do Rio de Janeiro/RJ. Áreas bem abertas, arborizadas e planejadas conforme uso e ocupação do solo adequados trazem resultados positivos para quem reside próximo a vias movimentadas. Porém esta não é uma realidade democrática, pois não são todos os espaços que possuem acesso a este tipo de planejamento, conforme estudo apresentado por Rodrigues (2017) em estudo realizado na Linha Vermelha. A poluição sonora nesta via é intensa e a proximidade com as casas é curta. Apesar das barreiras acústicas colocadas no local, algumas edificações já estão acima delas, sendo o NPS mensurado no local bem elevado.

Outro estudo interessante foi o apresentado por Gevù *et al.* (2021), no qual foi tratado a questão da poluição sonora antes e durante o período da pandemia de COVID-19 em 2020 em alguns pontos da região central da cidade do Rio de Janeiro. As informações trazidas por este trabalho, cujas medições foram realizadas antes e durante os “*lockdowns*” (medida sanitária inicial tomada pelos governos para conter a propagação do vírus da COVID-19), mostram a influência dos meios de transporte na poluição sonora no espaço urbano.

Também na região sudeste foi onde desenvolveu maior interiorização dos estudos sobre os mapeamentos de quantidade sonora. Em Minas Gerais foi feita uma abordagem diferente dos demais estudos realizados em outros locais. Os estudos realizados na cidade de Juiz de Fora observaram a poluição sonora dentro do Campus Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, que mostraram resultados significativos quanto aos NPS e ao fluxo intenso de veículos presente no local estudado (SOUZA, 2020; SOUZA; ALBERTO; BARBOSA, 2020).

No estado de São Paulo, mais precisamente na cidade de Rio Claro, foi feito um estudo que avaliava o impacto da poluição sonora sobre a saúde pública (BRESSANE *et al.*, 2016). A abordagem deste estudo pavimenta a necessidade de

se trabalhar e discutir a poluição sonora nas cidades, a fim de melhorar a qualidade de vida e a saúde.

Com que foi apresentado, é possível observar que os estados da região sudeste também precisam de análises mais profundas quanto aos níveis de poluição sonora e as possíveis soluções para os problemas em áreas conflitantes. Diferente das pesquisas sobre a cidade de Curitiba/PR, não foram citadas leis específicas de controle da poluição sonora, apenas as normas e leis mais abrangentes (estaduais e nacionais).

A cidade de São Paulo é a referência mais atual no que se refere a mapeamento quantidade sonora no espaço urbano. Seus estudos foram iniciados em 2016, com a criação de uma lei municipal que determinava a criação do Mapas de Ruído de São Paulo, bem como estabelecia as áreas que seriam estudadas, quem seriam os responsáveis, de onde viriam os recursos e os prazos para a entrega dos resultados. Como citado, pensou-se em estudar o caso desta cidade para que pudessem trazer contribuições relevantes ao processo de elaboração das diretrizes para o MQS e MR no Brasil.

4.2.1 Mapeamento de Ruído da Cidade de São Paulo/SP

O caso da cidade de São Paulo, mostrando a legislação vigente na cidade e que foram afetadas ou dão suporte ao processo de mapeamento de quantidade sonora, cujas fases até a sua consolidação foram discutidas em momentos e contextos distintos.

4.2.1.1 PSIU – Programa de Silêncio Urbano

A cidade de São Paulo detém um círculo de discussões acerca do ruído ambiental iniciadas no ano de 1990, que resultaram na criação do Programa de Silêncio Urbano (PSIU). A primeira discussão ocorreu em decorrência do impacto causado por certas práticas religiosas e a segunda relativa às atividades promovidas pelas casas noturnas (CARDOSO, 2016).

Enquanto os especialistas preferem focar nos aspectos científicos, tecnológicos e jurídicos do ruído, muitos espectadores aproveitam para reclamar da ineficácia do Programa de Silêncio Urbano de São

Paulo e da falta de convívio entre alguns Paulistanos. Um homem idoso desabafa sua frustração listando os incômodos que ele tem que sentir todos os dias, especialmente os sons explosivos de “enlouquecer” de motocicletas com escapamentos modificados. Outros estão interessados na relação entre barulho e crime. As cidades mais barulhentas são mais violentas? O ruído estimula o crime? Embora os painelistas neguem qualquer relação causal direta entre ruído e violência, todos parecem concordar sobre a influência do ruído ambiental no estresse, que por sua vez pode desencadear comportamentos violentos. Muitos na sala se lembram de um incidente de 2013 em um condomínio fechado de luxo, no qual um empresário atirou e matou seus vizinhos por causa de desentendimentos sobre o volume da TV. (CARDOSO, 2016 – pág.: 918 – Traduzido pelo autor).

Um fato abordado acima é a relação direta ou indireta do ruído com a violência, que muitas vezes passa despercebida, mas há alguma relação quando analisado os fatores que causaram o ato. Como foi apresentado, o ruído provoca estresse e perda de sono, que podem desencadear reações mais agressivas das pessoas, o que não descarta a possibilidade de extremos como o que foi apresentado. Isso nos mostra a importância de haver melhor ambiência sônica nas cidades e suas edificações.

O PSIU é o programa que tem por finalidade tornar mais pacífica a convivência entre os cidadãos e atender a legislação vigente, bem como fiscalizar os estabelecimentos comerciais, indústrias, instituições de ensino, religiosas, ambientes de lazer, entre outros, sendo a Lei que regulamenta este programa não aplicado a vistoria em residências e obras (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2020). As denúncias são feitas pelos próprios cidadãos paulistanos que se sintam afetados pelo ruído da vizinhança ou que percebam alguma irregularidade.

4.2.1.2 Lei Municipal nº 16.499/2016 – Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo

A Lei Municipal nº 16.499/2016, criada em 20 de julho de 2016, é a primeira lei específica que faz referência a elaboração do mapa de intensidade sonora em uma cidade brasileira e de suas respectivas providências (ROCHA; BERTOLI, 2016). Esta lei determina os prazos para o levantamento e apresentação do mapa de intensidade sonora, bem como os procedimentos e os intervalos de tempo entre as apresentações dos resultados. Para a cidade de São Paulo, a realização do

mapeamento de quantidade sonora foi segmentada em fases e regiões determinadas com base nos resultados apresentados pelo estudo piloto apresentado em 2018. O primeiro mapa de ruído foi apresentado em 2019, mostrando resultados significativos sobre o estado atual da região central, além dos níveis elevados de pressão sonora decorrente da poluição sonora presente nesta região. A ideia é que, no decorrer dos próximos anos novos mapas de novas regiões sejam montados e que este mapeamento contribua para a elaboração de políticas públicas e planejamento urbano adequado às condições de poluição apresentados, uma vez que consistem numa fonte de informação sobre a condição do ambiente sônico urbano importante para tal.

4.2.1.3 Mapa de Ruído Urbano – Projeto Piloto SP

O Projeto Piloto SP foi elaborado entre as avenidas Paulista, Brasil, 9 de julho e 23 de maio, definida pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL) da Prefeitura do Município de São Paulo, responsável pela regulamentação da Lei Municipal nº 16.499/2016 – Mapa de Ruído Urbano. Para a realização de medições de calibração do mapa a ProAcústica, empresa que trabalhou no processo do mapeamento do ruído, utilizou como base o “*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*” (2007), guia europeu que teve seus parâmetros alterados à realidade brasileira.

Figura 4 – Mapa piloto de ruído urbano de São Paulo



Fonte: INAD[SP], 2020

Para identificar as diretrizes adequadas à cidade de São Paulo, o Grupo de Trabalho do Mapa de Ruído realizou diversos estudos em busca de quais metodologias e dados de entrada disponíveis nos softwares que melhor representam a realidade. Com isso, chegou-se à conclusão de utilizar a metodologia CNOSSOS, cujos dados de entrada incluem número de veículos por hora, veículos pesados e leves, além da velocidade das vias e tipo de pavimentos, considerando o ruído de tráfego urbano, no período diurno e noturno em uma região específica da região central da cidade de São Paulo (INAD[SP], 2020).

4.2.1.4 Mapa de Ruído Urbano – Centro SP

O Mapa de Ruído Centro SP foi elaborado para a área Operação Urbana Centro, que corresponde as regiões do Centro Velho, do Centro Novo e regiões históricas da cidade de São Paulo com aproximadamente 6,6 Km², indicada como prioritária para o início do mapeamento na Lei nº 16.499 Mapa de Ruído Urbano.

Seguindo as diretrizes estabelecidas nos estudos realizados no Mapa Piloto e do *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure* (2007), foi adotada a metodologia CNOSSOS, identificada como a mais adequada à realidade brasileira, tendo os dados de entrada do modelo o fluxo de veículos e o porte deles, a velocidade das vias e o tipo de pavimento.

Figura 5 – Mapa de ruído urbano diurno (esquerda) e noturno (direita) de São Paulo



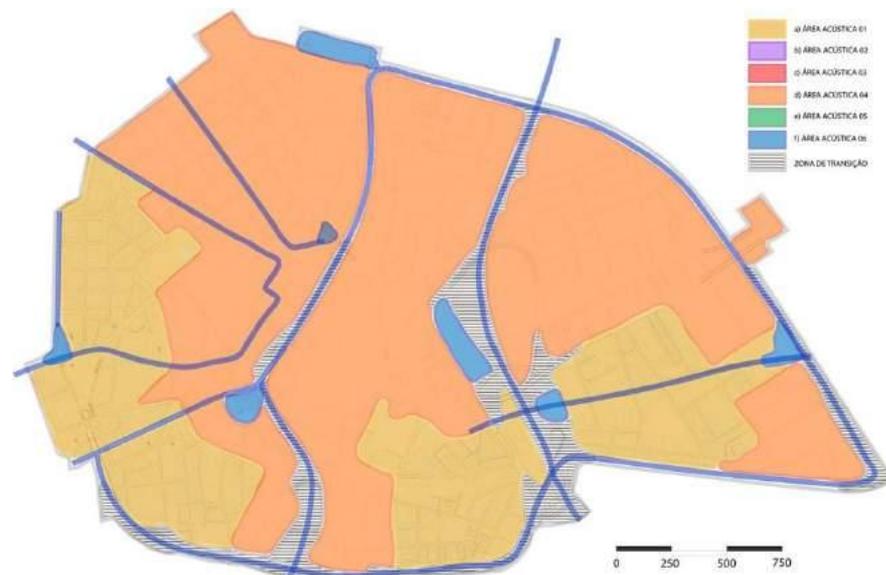
Fonte: INAD[SP], 2020

Para a calibração do mapa foram levantados os dados em 62 pontos de medição, entre eles, parte na área do Minhocão (entre a Praça Roosevelt e o Largo do Arouche) com a participação de 10 empresas no processo. A escolha da região central da cidade de São Paulo envolve as diversas complexidades que um espaço urbano de uma grande metrópole possui, como muitas avenidas, elevados, cruzamentos, túneis, passarelas, cenário acusticamente complexo para modelagem do mapa. As fontes sonoras consideradas foram o tráfego rodoviário, os metrô, terminais de ônibus e áreas de circulação de pedestres para as situações do dia e da noite (INAD[SP], 2020).

4.2.1.5 Mapa de Sensibilidade – Centro SP

O mapa de sensibilidade é importante para o entendimento sobre as necessidades demandadas por uma determinada localidade. Isso ocorre por meio das definições dos objetivos de qualidade acústica para cada área da cidade estudada, no caso São Paulo, em função de seu uso e ocupação do solo, observando que, quanto mais sensível for a área, menor será a tolerância de ruído admitida. Quando apresentado junto com o Mapa Ruído Urbano, auxilia no desenvolvimento de planos de ação coerentes para redução sonora de acordo com o objetivo de cada região.

Figura 6 – Mapa de sensibilidade de São Paulo



Fonte: elaborado por Kaio Costa (INAD[SP], 2020)

Sobrepondo os mapas de ruído urbano e o de sensibilidade, é possível obter o mapa de conflito que permite identificar os locais em que o ruído excede o permitido, chamados “pontos quentes”, permitindo estabelecer os locais de maior prioridade para a tomada de medidas mitigadoras para redução de ruído.

O Grupo de Trabalho do Mapa de Ruído elaborou o mapa de sensibilidade da área do Mapa de Ruído Urbano Centro SP, com base nos critérios adotados para o mapa de sensibilidade da cidade de Madrid, determinando as seguintes áreas acústicas:

- Área Acústica 01: Setores do território com predominância de uso residencial, incluindo regiões complementares à habitabilidade.
- Área Acústica 02: Setores destinados ao uso de atividades industriais.
- Área Acústica 03: Setores com predominância do uso por atividades recreativas ao ar livre.
- Área Acústica 04: Setores com predominância do uso por atividades comerciais, incluindo suas áreas complementares, como estacionamentos.
- Área Acústica 05: Setores com predominância do uso por atividades institucionais, saúde, educacional e cultural que requerem em seu exterior proteção contra a poluição sonora.
- Área Acústica 06: Setores do território afetados por sistemas e infraestruturas de transporte e equipamentos públicos.
- Área Acústica 07: Espaços naturais que requerem proteção especial contra a poluição sonora.
- Zonas de Transição (ZT): Setores do território demarcados entre as áreas acústicas cujos objetivos de qualidade diferem em mais de 5dB e áreas adjacentes aos setores demarcados. (INAD[SP], 2020).

A adequação e distribuição às áreas acústicas descritas foram estabelecidas com base no zoneamento urbano da cidade, sendo analisada a porcentagem de área construída e ocupada destinada a determinado uso, observando os receptores mais sensíveis como prioridade e na inspeção visual da região, verificando os usos reais do solo predominantes em cada área. Para que não houvesse fragmentação excessiva das áreas acústicas, foram englobadas pequenas regiões isoladas identificadas com algum objetivo diferente de qualidade das regiões maiores nas quais elas estavam inseridas, tornando assim mais fácil a busca por possíveis soluções e reduzindo a complexidade que envolve o mapeamento e a acústica.

4.3 MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO CENTRO-OESTE

A região centro-oeste, assim como a região norte e nordeste apresentam municípios menores, cuja ocupação é mais espaçada e o gabarito de suas edificações menores. Dentre os estudos selecionados na RSL que estudam cidades nesta região, foram observadas contribuições importantes quanto aos métodos de representação dos mapeamentos níveis sonoros. Scariot *et al.* (2012) em estudo realizado na cidade de Campo Grande, no estado do Mato Grosso do Sul, apresentou o processo de mapeamento diferente, onde foi feita a utilização de geotecnologias para a compilação de dados coletados *in loco*.

Para o levantamento dos dados foram observadas as fontes geradoras de ruído (indústrias), para determinação dos pontos amostrais. A geolocalização dos pontos foi estabelecida por meio de fotografias ortorretificadas e georreferenciadas.

Os mapas foram montados no software Surfer 8, semelhante ao utilizado por Moraes e Lara (2005) no Mapa Acústico de Belém. A diferença foi que o mapa de Belém foi a sobreposição de três mapas (contornos - acústico, limites de bairros e vias), já o feito por Scariot *et al.* (2012) foi feito apenas o mapa de contornos - acústico.

Os resultados obtidos a partir deste mapa foram suficientes para determinar quais áreas eram mais prejudicadas, onde os limites estavam acima do permitido, além das comparações com as normas NR 9, NR 15 e NR 17.

Algumas ferramentas de geotecnologia já são utilizadas no setor público (prefeituras e universidades), isso poderia viabilizar o MQS, devido ao fácil acesso e custos bem mais baixos que os programas específicos de acústica. Porém, para que isso se torne possível, pesquisas de validação dos estudos que utilizaram essa metodologia é fundamental.

Outro estudo realizado na região centro-oeste abordou o processo de monitoramento de áreas internas e externas no campus do Instituto Federal de Goiás (COSTA, 2015), que trouxe resultados significativos sobre a situação ambiental do campus, estudo semelhante aos realizados em Juiz de Fora/MG por (SOUZA, 2020; SOUZA; ALBERTO; BARBOSA, 2020). Também em Campo Grande o estudo de Filho *et al.* (2018) trouxe o processo de medições e simulações em setores, sendo eles: a) setor comercial, b) setor misto e c) setor residencial. Os resultados apresentaram níveis elevados de poluição sonora em alguns locais, não

destoando dos resultados encontrados em outras cidades no Brasil. Os mapas elaborados nesta pesquisa foram construídos no *software Predictor 7810* versão 8.11, específico para estudos acústicos.

Em Brasília/DF, capital federal, também foram realizados outros três estudos, que abordavam questões relacionadas a implementação de novos modais (SILVA, 2015; SANTOS, 2016) e transporte aéreo (JÚNIOR; GARAVELLI; MAROJA, 2012). Dos estudos o apresentado por Santos (2016) trouxe discussões pertinentes quanto ao impacto ambiental que um novo sistema de transporte pode provocar em uma determinada área. Nele foi apresentado um mapa quantidade sonora das condições atuais e das projeções futuras após a implementação do novo modal. Este tipo de estudo poderia ser realizado de forma periódica a fim de mostrar a importância de implementar ou evitar mudanças em determinadas áreas.

4.4 MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO NORDESTE

A região nordeste é onde está a primeira Carta Acústica desenvolvida no país. Iniciada sua concepção em 2005 e os trabalhos em 2010, com a implementação do projeto pelo gestor ambiental Francisco Aurélio Chaves Brito da Secretaria do Meio Ambiente de Fortaleza, em conjunto com o professor José Luis Bento Coelho, especialista em Acústica do Instituto Superior Técnico de Lisboa, teve sua primeira apresentação em setembro de 2012, durante o I Congresso Nacional Multidisciplinar de Ruído Ambiental Urbano e Ruído Aéreo, na Universidade de Fortaleza (PROACÚSTICA, 2021).

No entanto, este não foi o primeiro mapeamento realizado no Brasil, mas sim o primeiro a estudar e apresentar informações com profundidade sobre os diversos setores do município em sua totalidade, além de estar inicialmente sendo desenvolvido pela prefeitura e não a partir de iniciativa de pesquisas acadêmicas. Outros mapeamentos já referenciados na RSL foram realizados em anos anteriores nas cidades de Curitiba, Rio de Janeiro e São Paulo, todos de áreas específicas e assuntos específicos, nenhuma com tal abrangência. Estudo semelhante a este, porém de iniciativa acadêmica, com abrangência total do município, foi o desenvolvido em Belém/PA em 2002 (MORAES; LARA, 2002; LIMA, 2011), cujos resultados apresentados foram bem satisfatórios.

Destoantes dos estudos apresentados nas demais regiões, a pesquisa publicada por Araújo (2013), traçou um diagnóstico a partir da quantidade de denúncias registradas por ano pela Gerência de Fiscalização Ambiental (GFA) nas Regiões Político-Administrativas (RPA) de Recife/PE. O estudo constatou que apesar de haver denúncias, fiscalização e ações de educação, o descumprimento a Lei Municipal nº 16.243/96 e a Lei Estadual nº 12.789/05 permanecia.

Em Natal/RN, estudo realizado por Florêncio (2013) apresentou simulações dos impactos de obras viárias no conforto acústico urbano, caso que se aproxima aos de Brasília/DF (SILVA, 2015; SANTOS, 2016). Nos entroncamentos apresentados, foi possível observar que apesar do aumento do fluxo de veículos previsto, as obras viárias propostas para as regiões estudadas trariam bons resultados.

O estudo de Niemeyer (2007) trouxe novos pontos a serem discutidos e que devem ser levados em considerações nos levantamentos futuros, relatando que:

Edifícios, muros e a própria topografia podem constituir barreiras acústicas. A barreira cria uma zona de sombra acústica, cujos limites espaciais variam em função das dimensões da barreira e de sua posição em relação à fonte sonora e ao receptor. O receptor situado na zona de sombra recebe energia sonora difratada pelas bordas da barreira (NIEMEYER, 2007).

A partir disso, foi observado no trabalho de Florêncio (2013), a utilização das projeções de gabarito das edificações previstas para a região estudada, mostraram o efeito de sombreamento acústico de edificações menores, próximas as vias acusticamente afetadas (NPS elevados) mostrando uma significativa redução. Estes resultados também foram obtidos no estudo apresentado por Cortês e Aguiar (2012) e Cortês e Niemeyer (2014).

No estudo de Alves *et al.* (2016), foi feito o mapeamento do ruído com base nas denúncias de Poluição Sonora na cidade de Natal/RN, semelhante ao apresentado por Araújo (2013) em Recife/PE. Neste estudo foi possível observar o comportamento das denúncias pela cidade, que foram uniformemente distribuídas por todas as regiões. Este estudo é um importante aliado à aplicação de políticas capazes de beneficiar o município estudado, por se tratar de uma ferramenta até então pouco utilizada.

Em um mapeamento realizado em 2010 na cidade de Fortaleza/CE, foram avaliadas as condições acústicas do espaço urbano em relação ao trânsito e a realização de eventos públicos, mostrando a importância de se analisar também os eventos que seriam realizados em áreas urbanas, com o intuito de reduzir os impactos causados pela poluição sonora oriunda destes eventos (BRITO; COELHO, 2010).

Esta pesquisa entra como uma nova abordagem no estudo de impacto gerado por eventos de grande porte, lembrando que eventos como estes (shows) podem acarretar um aumento do fluxo de pessoas e veículos, alterar o fluxo normal das vias, aumentar a poluição sonora no local do evento e no entorno, entre outros pontos.

Estudar tanto a acústica quanto fluxos resultantes destes eventos pode contribuir para um bom planejamento quanto a segurança do local, além da boa relação entre o turismo e os moradores locais, reduzindo o volume de denúncias e reclamações sobre estes eventos.

Outro ponto importante a ser levantado são as questões culturais, que interferem diretamente na forma como as pessoas utilizam o som. Em cidades do nordeste é comum comerciantes utilizarem caixas de som na porta de seus estabelecimentos para atrair compradores (ARAÚJO, 2013). Esta prática pode contribuir significativamente para a poluição sonora no espaço urbano.

O processo de estudo da área e conscientização dos moradores perpassa pela análise técnica, muitas vezes iniciada a partir do crescimento no número de denúncias em uma determinada área, ou seja, os estudos não precedem os problemas, mas sim, são desenvolvidos a partir da constatação de um problema.

Dos estudos analisados, o que mais chamou a atenção foi o da Carta Acústica de Fortaleza citados por Brito e Coelho (2010). Este estudo se assemelha aos realizados nas cidades de São Paulo e Natal. Sendo assim buscou-se trazer um pouco sobre o processo deste mapeamento.

4.4.1 Carta Acústica de Fortaleza/CE

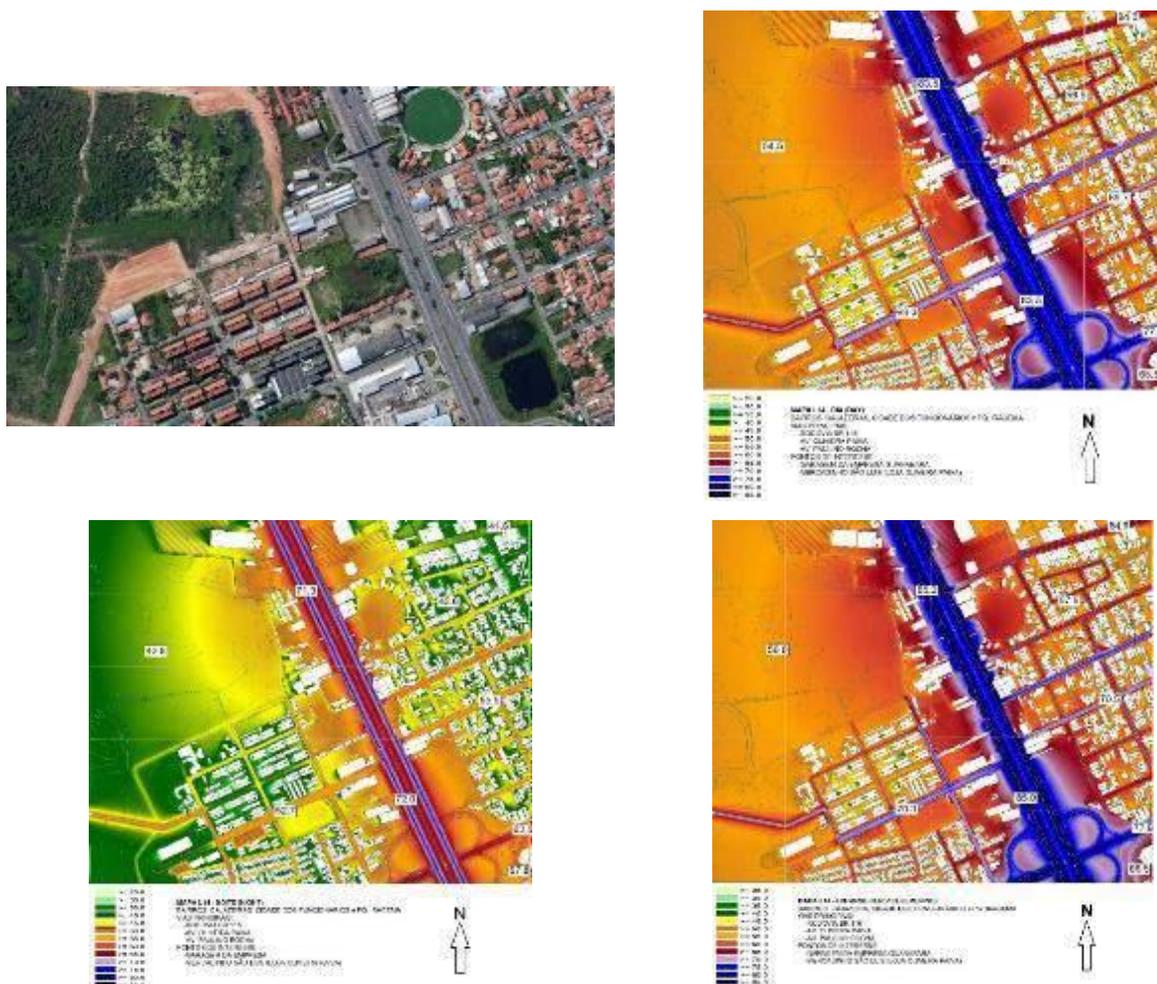
Apesar de alguns estudos sobre a acústica urbana terem sido desenvolvidos em outras cidades brasileiras, como Belo Horizonte/MG e Natal/RN (ÁLVARES, 1988; ALVARES; PIMENTEL-SOUZA, 1992; MORAES; LARA, 2002), a Carta

Acústica de Fortaleza é a primeira a ser elaborada no país (PROACÚSTICA, 2021; ROCHA; BERTOLI, 2016).

A Carta Acústica de Fortaleza foi criada com o intuito de ser um instrumento para a redução da poluição sonora e melhoria da qualidade do ambiente sonoro do município, além de ferramenta para o desenvolvimento sustentável (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA, 2013a).

Nesta carta foram avaliadas todas as condições, tanto dos transportes terrestres, como veículos e trens, quanto dos transportes aéreos (aeroportos). Todos os levantamentos, cálculos e simulações foram pautados principalmente em normas e padrões internacionais como ISO 9613, RSL90, NMPB, RLM2, ECAC.CEAC Doc. 29, entre outros (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA, 2013a).

Figura 7 – Modelo de mapeamento sonoro em uma região de Fortaleza/CE



Fonte: Carta Acústica de Fortaleza, 2021.

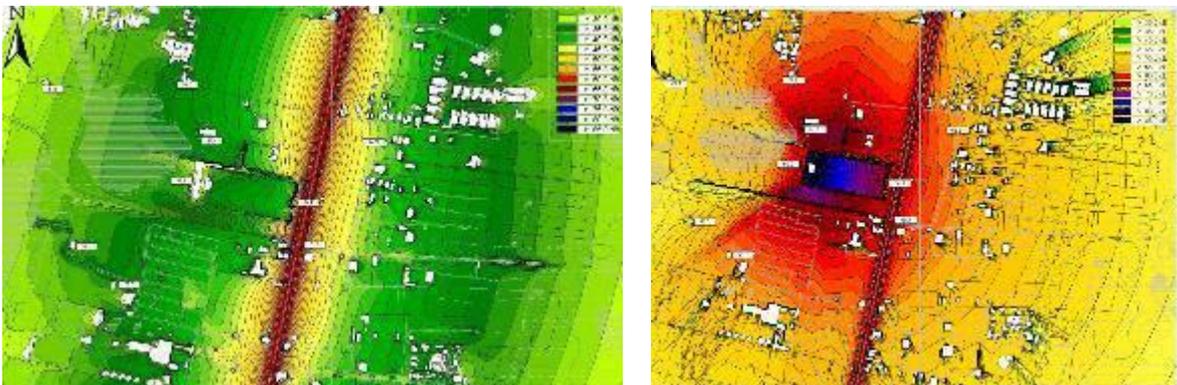
O grupo de trabalho fez tanto levantamentos *in loco* quanto simulações em computador 2D e 3D, aplicações SIG atrelados os *softwares* AutoCAD, ArcView e CADNA-A. Todo o estudo foi validado após a aferição completa nos dois turnos (diurno e noturno) seguindo os critérios de aferição definidos pelo *EU Noise Policy Working Group 3, Computation and Measurement (Preogress Report, Abril 2001)* para áreas urbanas. (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA, 2013a).

No site oficial onde estão os resultados apresentados é possível clicar na região pretendida e ao abrir a página são disponibilizadas quatro imagens (figura 7). Os mapas apresentados são: **a) uma imagem de satélite (superior esquerda); b) uma imagem do mapa acústico diurno (superior direita); c) uma imagem do mapa acústico noturno (inferior esquerda); e d) uma imagem do mapa acústico entardecer – pico (inferior direita).**

Assim como o estudo realizado na cidade de São Paulo/SP, não há resultados de todas as regiões da cidade, mas os resultados até então apresentados mostraram a importância de monitorar a situação acústica das áreas levantadas.

Esta Carta tem como o intuito contribuir para melhoria do espaço urbano de Fortaleza/CE, além de auxiliar no cumprimento da legislação, sendo elas a lei Municipal nº 8.230/98, relacionada a licença de operação para empreendimentos, a lei Municipal nº 8.097/97, relativa aos níveis legais e emissão de autorização especial de utilização sonora e a lei Municipal nº 5.530/81, que corresponde ao Código de Obras e Posturas do município, principalmente os artigos 625 e 626 (PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA, 2013b).

Figura 8 – Modelo de uma avaliação prévia realizada junto a Carta Acústica de Fortaleza



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2013b.

Outro ponto levantado por Brito e Coelho (2010) é retratado e apresentado pela Carta Acústica de Fortaleza, como exemplificado na Figura 8. A avaliação prévia se assemelha a um estudo de impacto, porém acústico, da realização de eventos ou instalação de equipamentos ruidosos em áreas urbanas. Este tipo de estudo trás importantes dados quanto ao planejamento e conceção de autorizações para a realização de eventos e instalação de indústrias, por exemplo. Pode-se dizer que estes estudos apresentam uma breve semelhança com os publicados por Diniz e Zannin, (2004) e Diniz e Zannin, (2005), cuja investigação tangenciou o impacto gerado por subestações de energia em áreas urbanas da cidade de Curitiba/PR.

4.5 MAPEAMENTOS DE QUANTIDADE SONORA NA REGIÃO NORTE

A região norte, a com menor número de estudo segundo a RSL dentre todas as regiões do Brasil, não apresentou trabalhos destoantes metodologicamente das demais regiões.

O estudo apresentado por Bessa (2015) traz a proposta metodológica e princípios gerais de desenvolvimento de mapas de ruído para a cidade de Manaus/AM. Nele é abordado a questão das diferenças entre a forma de desenvolvimento da cidade de Manaus, bem como o crescimento populacional expressivo, passando de 171.340 em 1960 para 2.020.301 em 2014, devido a implementação da zona franca (BESSA, 2015). Este crescimento acarretou o crescimento desordenados da cidade, criando espaços que recebiam infraestrutura tardia (pós ocupação) por parte do poder público, mas que permaneciam sem planejamento.

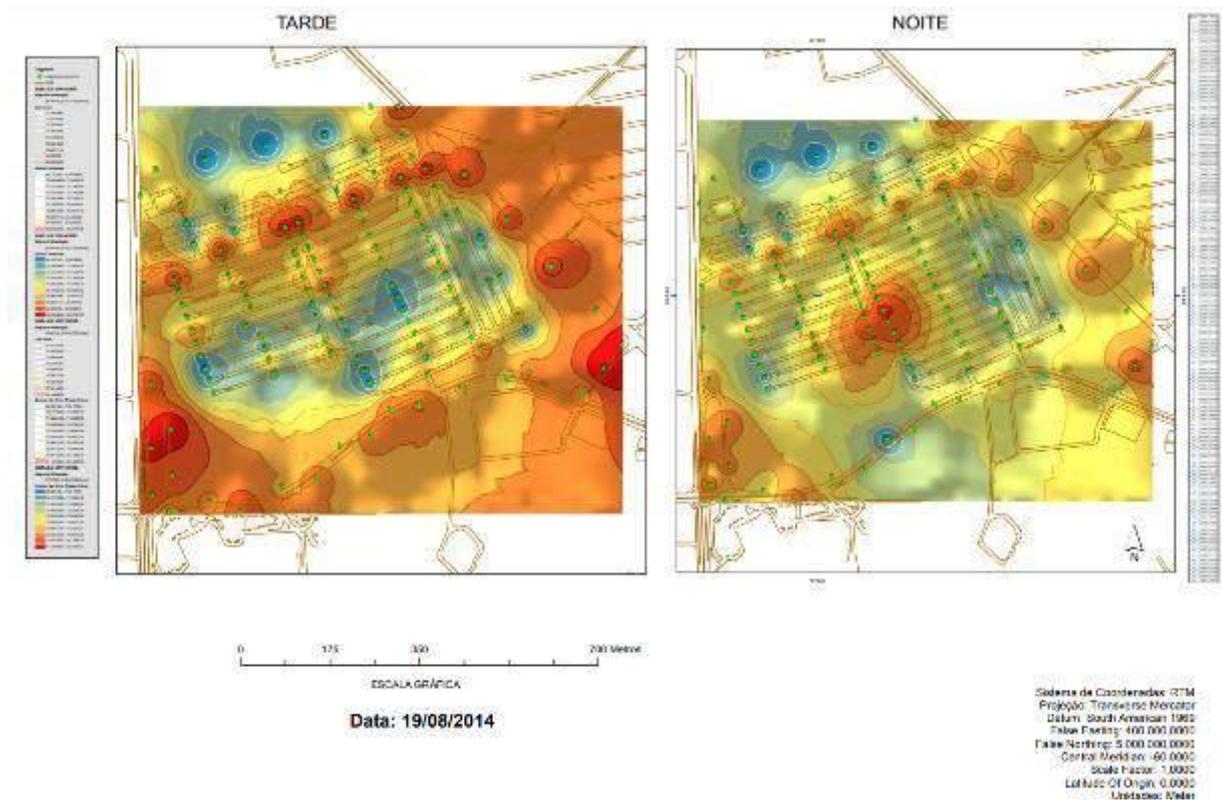
As peculiaridades de Manaus não se distanciam muito do que tem sido vislumbrado por outras pesquisas. A falta de fiscalização, aparelhamento, legislação e parâmetros, além da falta de planejamento urbano é o principal problema (BESSA, 2015) e tem sido presente em quase todas as cidades estudadas, menos dentre as capitais, que já possuem alguma lei específica.

O mapa piloto elaborado foi restrito a um bairro com características semelhantes à das demais regiões da cidade, seguindo as orientações de medição e cálculo estipulados pelas normas NBR 10.151 (ABNT, 2000) e NBR 10.152 (ABNT, 1987). O programa utilizado para a confecção dos mapas foi o *ArcG/S* (Figura 9). Os pontos de medição com os resultados foram lançados conforme localização

geográfica e depois interpolados empregando o inverso quadrático da distância (IDW – *Inverse Distance Weighted*). Este processo visa avaliar os pesos dos dados durante o processo de interpolação, “tal que a influência de cada ponto é inversamente proporcional à distância do nó da malha; sendo que quanto maior o valor escolhido, menor será a influência dos pontos mais distantes” (BESSA, 2015).

O mapa construído (Figura 9) representou de forma clara quais as regiões mais afetadas, bem como locais onde a influência do ruído é menor. Este mapa se assemelha ao elaborado para a cidade de Belém/PA realizado por Moraes e Lara (2002) representado pela figura 9.

Figura 9 – Mapa Piloto de Ruído de Manaus/AM



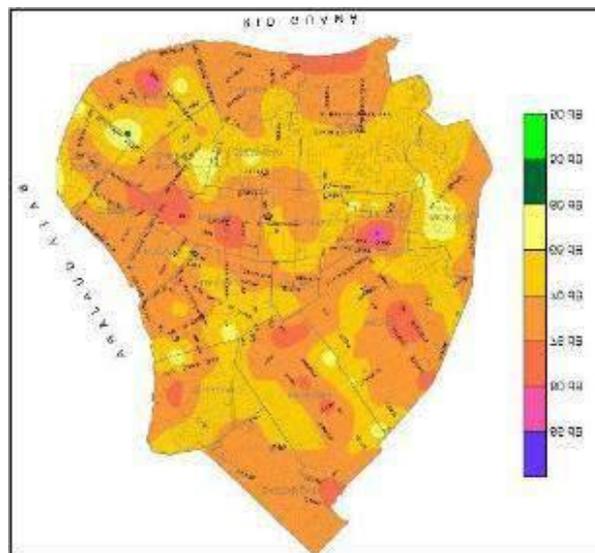
Fonte: Bessa (2015)

O Mapa Acústico de Belém (MAB) realizado em 2002 (MORAES; LARA, 2002; LIMA, 2011) pode ser considerado um dos pioneiros na elaboração de um mapa acústico no Brasil. Este estudo abordou todas as regiões da cidade, um total de 246 pontos distribuídos em uma malha de 400 m por 400 m. Foram feitas tanto as medições das condições climáticas, como umidade e temperatura, como também a

realização de entrevistas com pessoas que permaneciam ao menos 8 horas no local de realização dos pontos de medição. Foram recolhidas um total de 738 entrevistas.

Quanto as medições, foram realizadas de forma consecutiva de segunda-feira a sexta-feira no período de 7 às 22 horas durante 15 minutos em cada ponto. Todas as medições foram realizadas com sonômetro acompanhado de GPS para geolocalização exata. Como resultado, foram gerados 16 mapas, sendo um deles exemplificado pela figura 10:

Figura 10 – Mapa Acústico de Belém (MAB)



Fonte: Moraes e Lara (2002)

O curioso que o MAB levou em consideração a legislação presente na cidade conforme o anexo 02-B1 da LCCU que estabelece a classificação das atividades e os requisitos de instalação por nível de inconformidade (Quadro 9) e os requisitos de instalação (Quadro 10) (BELÉM, 1999):

Quadro 9 – Classificação da atividade por nível da fonte

NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3																								
Com fonte de ruído cujas medidas a 1,00m da mesma não excedam:	Com fonte de ruído cujas medidas a 1,00m da mesma sejam maiores que a do Nível 1 e não excedam:	Com fonte de ruído cujas medidas a 1,00m da mesma excedam:																								
<table border="0"> <tr> <td>Horário</td> <td>NPS – dB(A)</td> </tr> <tr> <td>06:00/18:00h</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>18:00/22:00h</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>22:00/06:00h</td> <td>65</td> </tr> </table>	Horário	NPS – dB(A)	06:00/18:00h	80	18:00/22:00h	75	22:00/06:00h	65	<table border="0"> <tr> <td>Horário</td> <td>NPS – dB(A)</td> </tr> <tr> <td>06:00/18:00h</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>18:00/22:00h</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>22:00/06:00h</td> <td>75</td> </tr> </table>	Horário	NPS – dB(A)	06:00/18:00h	90	18:00/22:00h	85	22:00/06:00h	75	<table border="0"> <tr> <td>Horário</td> <td>NPS – dB(A)</td> </tr> <tr> <td>06:00/18:00h</td> <td>> 90</td> </tr> <tr> <td>18:00/22:00h</td> <td>> 85</td> </tr> <tr> <td>22:00/06:00h</td> <td>> 75</td> </tr> </table>	Horário	NPS – dB(A)	06:00/18:00h	> 90	18:00/22:00h	> 85	22:00/06:00h	> 75
Horário	NPS – dB(A)																									
06:00/18:00h	80																									
18:00/22:00h	75																									
22:00/06:00h	65																									
Horário	NPS – dB(A)																									
06:00/18:00h	90																									
18:00/22:00h	85																									
22:00/06:00h	75																									
Horário	NPS – dB(A)																									
06:00/18:00h	> 90																									
18:00/22:00h	> 85																									
22:00/06:00h	> 75																									

Fonte: Adaptado pelo autor de Belém, 1999.

Quadro 10 – Requisitos de Instalação

NÍVEIS 1, 2 e 3	
Não deve ser ultrapassado o Nível de Pressão Sonora – NPS nos limites da propriedade:	
Horário	NPS – dB(A)
06:00/18:00h	65
18:00/22:00h	60
22:00/06:00h	50
A fonte de ruído deverá ser instalada a uma distância entre a fonte de som ou ruído e os limites da propriedade;	
$\log r = \Delta \text{NPS} / 20$	
log r = logaritmo decimal do valor da distância entre a fonte de som ou ruídos e os limites da propriedade;	
ΔNPS = diferença em dB(A) entre o NPS da fonte a 1,00m da mesma e os níveis máximos admitidos nos limites da propriedade.	
Poderá ser reduzida a distância entre a fonte e a divisa, desde que comprovados os Níveis de Pressão Sonora acima, com a utilização de:	
1 – Tratamento acústico do prédio onde fica instalada a atividade com materiais de absorção acústica;	
2 – Enclausuramento da fonte de ruído, combinada ou não com o tratamento acústico por absorção;	
3 – Combinação dos critérios acima.	

Fonte: Adaptado pelo autor de Belém, 1999.

Este mapeamento correlacionado com a legislação e as entrevistas realizadas durante o processo de levantamento dos dados trouxeram resultados importantes e mostraram a insatisfação da população quanto a poluição sonora, registrada em entrevista e em NPS (MORAES e LARA, 2005). Estes dados podem trazer novas discussões sobre o uso e a ocupação do solo, bem como melhorar o planejamento da cidade.

Outros estudos encontrados e selecionados na RSL foram também realizados na cidade de Belém/PA. Soares e Coelho (2016) abordou questões relacionadas a paisagem sonora em contextos socioculturais e geográficos distintos, comparando situações em Belém/PA, Brasil, e Lisboa, Portugal. Assôfra (2019) trouxe uma abordagem quanto aos elementos morfológicos e sua relação com o ruído urbano, trazendo discussões importantes sobre os elementos que compõem o espaço urbano e como eles podem contribuir ou não para o ruído urbano.

Em suma, é clara a urgência e o quão delicada a situação das cidades brasileiras em relação as questões acústicas. Cidades, mesmo com leis e regulamentos enfrentam problemas graves em relação aos altos NPS. Os trabalhos acima citados mostram um panorama de todas as regiões, principalmente as mais afetadas pelo crescimento desordenado e sem planejamento. Além disso, eles trazem experiências distintas, quanto aos mecanismos de obtenção e mensuração da qualidade ambiental acústica de suas cidades, sempre a pautados em normas nacionais, internacionais e leis específicas.

A partir desta análise dos casos estudados, é possível afirmar que:

- a) falta um padrão nacional para o uso do mapeamento dos níveis de pressão sonora como instrumento de planejamento urbano;**
- b) falta de políticas que contribuam para um melhor controle da poluição sonora;**

Apesar da falta de padrão entre as pesquisas os resultados apresentados, mesmo que básicos, já trouxeram importantes pontos sobre a situação ambiental dos locais estudados. Em todos os estudos há uma confirmação do que os níveis de poluição sonora nas cidades estão acima do recomendado pelas normas nacionais e inclusive pela legislação municipal, como é o caso de Curitiba.

Em relação as políticas ambientais relacionadas a acústica, há uma defasagem e inconsistências entre o que é exigido e o que é aplicado. Devido a deficiência no processo de fiscalização, por falta de equipamentos e pessoas treinadas para tal fim, os descompassos entre normas e leis que regulam os NPS ao qual as pessoas podem estar expostas, os meios de redução da poluição sonora e os parâmetros de comparação, não são aplicadas.

No Brasil, as leis e normas referenciadas nos estudos são as resoluções do CONAMA, as normas da ABNT (NBR 10.151; NBR 10.152; NBR 15.575), além de leis específicas de cada estado e município. Algumas destas leis foram apresentadas, como são os casos de Curitiba, São Paulo, Fortaleza e Belém.

Nestas cidades, se as leis e normas fossem aplicadas, os benefícios para a construção de um ambiente urbano acusticamente sustentável seriam percebidos de imediato. Porém, não são todos os municípios que possuem leis específicas, além

de possuírem dificuldades abordadas pelos pesquisadores, sendo elas: 1) falta de legislação regulamentadora nos municípios; 2) falta de um padrão nacional para orientação dos municípios quanto a necessidade e benefícios que este tipo de estudo propicia; 3) falta de equipamentos adequados para medição e controle; 4) pouca ou nenhuma fiscalização; 5) pouca instrução da população sobre a importância do tema; e 7) das leis e normas existentes, estas estão descompassadas.

Outro ponto não abordado pelos autores, mas que deve ser considerado é o alto custo e o longo prazo necessário para o desenvolvimento dos estudos, que fazem com que projetos de fácil resolução, visíveis e com menor custo tenham prioridade.

5 MECANISMOS EFICIENTES PARA O MAPEAMENTO DE QUANTIDADE SONORA (MQS) EM CIDADES BRASILEIRAS COM ÊNFASE NAS DE MÉDIO PORTE

Com base nas pesquisas selecionadas na RSL e nos dados apresentados pela análise feita a partir dela, buscou-se atender ao objetivo deste trabalho, que consiste em identificar, compreender e comparar os métodos de mapeamento de quantidade sonora (MQS) já aplicados em cidades brasileiras, priorizando estudos mais eficientes quanto ao menor tempo para a obtenção de resultados e com menor custo, que possam ser aplicados em cidades de médio porte (com população entre 250 mil e 1 milhão de habitantes), como fonte de informação sobre o ambiente sônico urbano, aplicável ao planejamento urbano.

A partir desta comparação pretende-se estabelecer quais os mecanismos de mapeamento que possuem melhor eficiência são adequados para aplicação em cidades de médio porte.

5.1 COMPARATIVOS

Os parâmetros de comparação estabelecidos neste estudo, se baseiam no nos dados levantados na RSL por meio do protocolo utilizado em sua execução. Para entender estes pontos em comum foram levantadas algumas questões:

- O que é fundamental para o desenvolvimento do mapeamento de quantidade sonora?
- Qual ou quais os equipamentos necessários para o levantamento das informações no local e quais as ferramentas necessárias para o processamento dos dados coletados?
- Qual ou quais os métodos de mapeamento e simulação aplicados no Brasil?
- Qual o tempo recomendado ou mais usado na coleta de dados?
- Quantos pontos são necessários ou recomendados em função da área estudada?

Com estas questões será elaborado um roteiro para aplicação do MQS e apresentada as justificativas pelas quais os métodos e ferramentas destacados foram escolhidos. Como complemento serão colocadas as condições favoráveis e desfavoráveis, tornando mais claro qual o mecanismo mais eficiente que atende dentro das possibilidades do município.

5.1.1 O que é fundamental para o desenvolvimento do mapeamento de quantidade sonora?

Dos estudos apreciados, pode-se afirmar que os dados de entrada (*inputs*) são fundamentais para a elaboração do mapeamento quantidade sonora. Contudo, para melhor compreensão e organização das informações que serão coletadas, pensou-se em classificá-los inicialmente na forma de *layers* (camadas).

O ideal é que o município já possua uma base de dados com informações em 2D (se possível também em 3D) das edificações que compõem os espaços urbanos. Como colocado por alguns autores (MILANEZ, 2013; FLORÊNCIO, 2013; MENDONÇA *et al.*, 2013; OLIVEIRA, 2017; BRASILEIRO, 2017; AMORIM *et al.*, 2017; ASSOFRA, 2019), as alturas das edificações, os afastamentos, o tamanho das caixas de rua, o relevo, entre outros fatores interferem na forma como ocorre a propagação do som no espaço. Todos estes fatores fazem parte do *layer* básico do município, pois são a partir destes dados que são estabelecidos os usos e ocupações do solo, bem como a caracterização do espaço urbano.

Em relação a caracterização das vias urbanas, elas podem ser ordenadas conforme tamanho da caixa das ruas, velocidade permitida (MILANEZ, 2013; FLORÊNCIO, 2013), “largura das vias, tipo de pavimentação da via, altura dos muros, uso e ocupação das edificações, distância entre as edificações através de mapas cadastrais” (MENDONÇA *et al.*, 2013; OLIVEIRA, 2017; BRASILEIRO, 2017; AMORIM *et al.*, 2017; ASSOFRA, 2019). A marcação de novas edificações (com base no potencial construtivo da região) e semáforos (FLORÊNCIO, 2013) podem ser uma forma de simular condições a qual o espaço urbano está sujeita podendo assim propor mudanças na legislação. Os edifícios “podem influenciar a propagação sonora tanto como barreiras acústicas e como objetos de reflexão.” (CORTÊS e NIEMEYER, 2014) por isso a demarcação e a simulação de novos edifícios são fundamentais.

Como parte destas informações podem não estar acessíveis ao município, uma possibilidade seria a utilização do quadro 11, elaborado por Silva (2015), cuja caracterização é bem sucinta.

Quadro 11 – Pesquisa observacional obtidos para a área de estudo:

Fatores Gerais	Dados de Entrada	Dados Obtidos
Características do pavimento rodoviário	Tipo de pavimento	
	Defeito do pavimento	
	Acostamento	
	Rampa	
	Número de faixas	
	Largura de cada faixa	
Características do tráfego rodoviário	Sinalização vertical	
	Sinalização horizontal	
	Limite de velocidade	
	Composição do tráfego	
Características das proximidades da via	Tipo de edificação	
	Classificação das zonas	
	Área de influência	
	Áreas verdes	

Fonte: adaptado pelo autor de Silva (2015)

O fluxo de veículos estimado, tipo de veículos (leves ou pesados) (MILANEZ, 2013; FLORÊNCIO, 2013, OLIVEIRA, 2017; BRASILEIRO, 2017; FLORÊNCIO, 2018) ou meios de transporte de transitam também são importantes na contagem e classificação das vias, principalmente para se saber e mensurar horários em que há maior fluxo para o levantamento de informações em horário de pico, bem como calibragem dos softwares (possível frequência em *Hz* predominante na via e/ou com NPS elevados).

Outro dado importante, que poderia entrar como um segundo *layer*, é a localização dos atuais e potenciais pontos de conflito, locais onde há maior volume de denúncias ou reclamações em relação a poluição sonora. Também poderiam ser acrescentados os pontos de maior sensibilidade, locais onde estão instalados equipamentos urbanos, como hospitais, escolas e universidades, locais onde há maior necessidade de controle da poluição sonora, e locais onde são realizados ou é permitida a realização de eventos, principais fontes geradoras de ruído. Todas essas informações são usadas para a determinação de áreas onde estudos específicos, como o estudo de impacto de vizinhança (EIV) ou avaliação prévia, exemplificado na

Carta Acústica de Fortaleza (BRITO; COELHO, 2010; PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA, 2013b), possam ser realizados.

O terceiro *layer* seria relacionado a classificação das áreas urbanas conforme especificação da norma NBR 10.151 (ABNT, 2019), que determina as áreas da cidade em função dos NPS específicos por uso e período. Com estes dados é possível fazer uma melhor comparação entre os limites estabelecidos pela norma e os valores encontrados *in loco*, bem como os encontrados em simulações.

Um exemplo da aplicação deste *layer* seria o diagnóstico da poluição sonora apresentado por Araújo (2013). O autor deste estudo caracterizou quais as áreas mais ruidosas onde há maior conflito entre residentes (moradores) e os prestadores de serviços (comercio e eventos), além de determinar os períodos de maior perturbação e quais as principais fontes geradoras de ruído. O resultado deste diagnóstico seria a determinação de ações de fiscalização por área e turno. Um exemplo seriam as regiões urbanas onde há casas de shows, bares e restaurantes com funcionamento noturno que tenham área residencial próxima com reclamações constantes. Estas áreas necessitam de fiscalização periódica, principalmente nos horários de funcionamento dos estabelecimentos em que houver maior movimento, a fim de estabelecer o cumprimento das normas e manter a qualidade ambiental acústica do entorno.

Uma possível alternativa a classificação proposta por Araújo (2013), seria a apresentada por Portugal (2007), que estabelece a delimitação espacial do território em três zonas com base na sensibilidade ao ruído:

- a) **zonas sensíveis:** muita sensibilidade ao ruído, admitindo NPS de $L_{Aeq} = 55$ dB diurnos e $L_{Aeq} = 45$ dB noturnos;
- b) **zona mista de grau I:** bastante sensibilidade ao ruído, admitido NPS de $L_{Aeq} = 60$ dB diurnos e $L_{Aeq} = 50$ dB noturnos; e
- c) **zona mista de grau II:** bastante sensibilidade ao ruído, admitido NPS de $L_{Aeq} = 65$ dB diurnos e $L_{Aeq} = 60$ dB noturnos.

As zonas sensíveis são aquelas “destinadas à habitação, escolas, hospitais e espaços de lazer, existentes ou previstos. Por sua vez, as zonas mistas são as que possuem ocupação destinada para outros usos” (BRESSANE *et al.*, 2015).

Um quarto *layer* seria atrelado as questões geológicas e naturais da área estudada. No caso podemos citar a topografia, que pode influenciar na propagação do ruído (NIEMEYER, 2007; FLORENCIO, 2013; BESSA, 2015; BRASILEIRO, 2017), assim como da massa vegetada (CORTÊS; AGUIAR, 2016) também deve estar mapeada e atualizada para que estudos comparativos possam ser realizados de forma mais precisa, quanto a áreas silenciosas ou de descanso, além dos impactos na fauna e flora.

Por fim, é importante destacar que o ideal seria que a equipe responsável pelo levantamento seja multidisciplinar, bem treinada e esteja equipada para a mensuração da umidade, temperatura, velocidade do vento, geolocalização dos pontos levantados, além do equipamento de captação dos NPS, somado aos *layers* anteriormente pontuados. Lembrando que estes fatores interferem diretamente nos resultados dos MQS. Contudo, caso o município não tenha condições de arcar com todo o investimento necessário para desempenhar os estudos e levantamentos acima, os medidores de NPS adequados a NBR 10.151 (2019) e os *layers* citados darão base suficiente para o entendimento do impacto gerado pelos NPS elevados em áreas prioritárias do município.

5.1.2 Qual ou quais os equipamentos necessários para o levantamento das informações no local e quais as ferramentas necessárias para o processamento dos dados coletados?

O ideal para o MQS seriam os equipamentos: a) Sonômetro (Medidor de Nível de Pressão Sonora - MNPS) Tipo 1 que atendam as exigências das normas ABNT para os levantamentos dos NPS; b) GPS para georreferenciamento dos pontos levantados; c) Anemômetro para a medição da velocidade do vento; d) Termômetro para a medição da temperatura ambiente; e) Medidor de umidade do ar; e f) *software* de acústica para confecção e simulação dos dados acústicos coletados.

Porém, para cidades com menor condições orçamentárias para financiar o estudo completo, o MNPS e o GPS atendem bem as demandas básicas, levando em consideração que, para o levantamento dos dados as condições climáticas e ambientais serão padronizadas.

5.1.3 Qual ou quais os métodos de mapeamento e simulação aplicados no Brasil?

Como observado nesta pesquisa, a principal referência nacional de parâmetros de cálculo e medição dos NPS são as normas NBR 10.151 (ABNT, 2019) e a NBR 10.152 (ABNT, 2017), além das orientações da NBR 15.575 (ABNT, 2013). Contudo, não são só estas normas que fundamentam o mapeamento de intensidade sonora. Como a experiência da União Europeia em estudos e o desenvolvimento de mapeamentos acústicos a exemplo da Espanha, Alemanha e Reino Unido, a principal referência citada pelos pesquisadores da RSL aqui demonstrada foi a Diretiva 49/2002 (UNIÃO EUROPEIA, 2002), que estabelece diretrizes e parâmetros para desenvolver este instrumento.

Dentre os métodos apresentados, podemos separar em dois grandes grupos. O primeiro é o grupo de trabalhos e levantamentos de informações feitos exclusivamente *in loco*, cujas informações, cálculos e resultados são produzidos e representados com base em parâmetros normatizados. O segundo grupo consiste em trabalhos simulados, que contém informações coletadas *in loco*, mas que são processadas em um *software*, apresentando resultados mais precisos, com a variabilidade de simular situações específicas, como a colocação de barreiras ou a construção de uma nova edificação, por exemplo.

As ferramentas utilizadas para a construção do MQS, com a necessidade se análise e dados mais precisos, são os *softwares* específicos de acústica citados na RSL como o *Predictor*, o *SoundPLAN* e o *Cadna-A*. No entanto, como destacado nestas pesquisas estes programas têm um custo elevado, além de equipe especializada treinada para o seu correto manuseio. Já as ferramentas de geoprocessamento como o *ArchGIS* e *QGIS*, sendo a segunda *open source* (código aberto), foram uma alternativa apresentada opor outras pesquisas a um custo mais baixo, além desses programas já serem usadas em outras atividades internas em prefeituras. Contudo, o uso destas ferramentas demanda apenas a coleta dos dados (NPS e localização georreferenciada dos pontos) levantados *in loco*.

No contexto desta pesquisa, dentre os estudos apresentados, a alternativa de se usar ferramentas já presentes nas prefeituras ampliaria a possibilidade de prefeituras com orçamento limitado, como as de médio porte, de implementarem um MQS, mesmo que simplificado, como um diagnóstico da situação ambiental acústica

do município, contribuindo para uma nova discussão sobre o processo de uso e ocupação do espaço urbano.

5.1.4 Qual o tempo recomendado ou mais usado na coleta de dados?

Como apontado pela RSL, a variabilidade do tempo de coleta de dados, assim como estabelece a norma NBR 10.151 (ABNT, 2019) é conforme a necessidade do estudo de representar uma determinada situação. Contudo com base nos estudos selecionados, pode-se dizer que: a) o melhor tempo de coleta dos dados é entre 5min. e 15min. em cada ponto de coleta; b) o período de coleta ocorre tanto no período diurno quanto noturno, sendo diurno entre 06:00h e 22:00h e noturno entre 22:00h e 06:00h; c) o dado simulado ou calculado a partir do L_d (diurno) ou do L_n (noturno), obtidos a partir do $L_{Aeq, T}$ conforme a norma NBR 10.151/2019 e 15.575/2013 devem ser consideradas no processo de levantamento, principalmente nos casos em que a medição contínua dos NPS não podem ser realizadas; d) os dias do levantamento são predominantemente terça-feira, quarta-feira e quinta-feira, podendo haver medições no sábado e domingo a fim de comparação com dias mais silenciosos. A escolha dos dias deve sempre ser distante de eventos especiais como feriados e datas comemorativas (realização de eventos).

Em relação a duração dos estudos a longo prazo, recomenda-se que eles sejam refeitos a cada 5 anos, a fim de observar se as medidas mitigatórias tomadas com base nos estudos anteriores foram suficientes para melhorar a qualidade do ambiente acústico da cidade. Tratando da realidade brasileira, cujos investimentos públicos na área ambiental são escassos, pode-se adequar este período de a cada 5 anos para a cada 10 anos, mesmo período utilizado para a atualização dos planos diretores.

5.1.5 Quantos pontos de medição são necessários ou recomendados em função da área estudada?

Não há padrões nacionais que definam a distância e a quantidade recomendada. Em algumas bibliografias a distância é determinada por malha, com distâncias iguais entre os pontos, ou alocados em pontos de maior fluxo, com maior presença de fontes sonoras. A distância entre estes pontos varia entre 100m e 400m

dependendo da extensão da área estudada, sendo sempre levado em consideração os polos geradores de ruído, como aeroportos, ferrovias, casas de show, parques, praças, centros de convenções, indústria, entre outros.

Como uma forma complementar aos estudos técnicos, para compreender como as pessoas que habitam a cidade percebem os sons nos ambientes por eles utilizados, é sugerida a aplicação de questionários (Apêndice A e B), que avaliam a qualidade de vida circunvizinhança de áreas mais afetadas pela poluição sonora, com base nos levantamentos *in loco* e simulações (VIANNA, 2014), assim como a aplicação de um questionário (Apêndice C) sobre a percepção do ruído (PANETO, 2016). Como foi colocado por Bell *et al.* (2001), cada pessoa percebe o som de uma forma, pois o que para uns pode ser percebido como entretenimento, para outros pode ser um incômodo.

Resultante deste processo, foram elaborados dois materiais, o fluxograma (figura 11) e o quadro 13, ambos com o intuito de orientar como pode se desenvolver o MIS, assim como quais os *inputs* básicos fundamentais.

Como pontuado, as cidades brasileiras de médio porte possuem pouco orçamento e acabam priorizando alguns serviços como saneamento básico, saúde educação básica e segurança. Então como alternativa a este processo propõe-se que o MIS seja desenvolvido na forma de parcerias entre o setor público e privado.

O fluxograma da figura 11 traz como origem do processo a Prefeitura, órgão que irá coordenar e pontuar as necessidades do município, bem como fornecer as informações que serão utilizadas junto ao MGS. Em violeta são os processos que passam e são elaborados por ela, podendo haver colaboração de instituições de ensino como as Universidades (em azul) e da Iniciativa Privada (em verde).

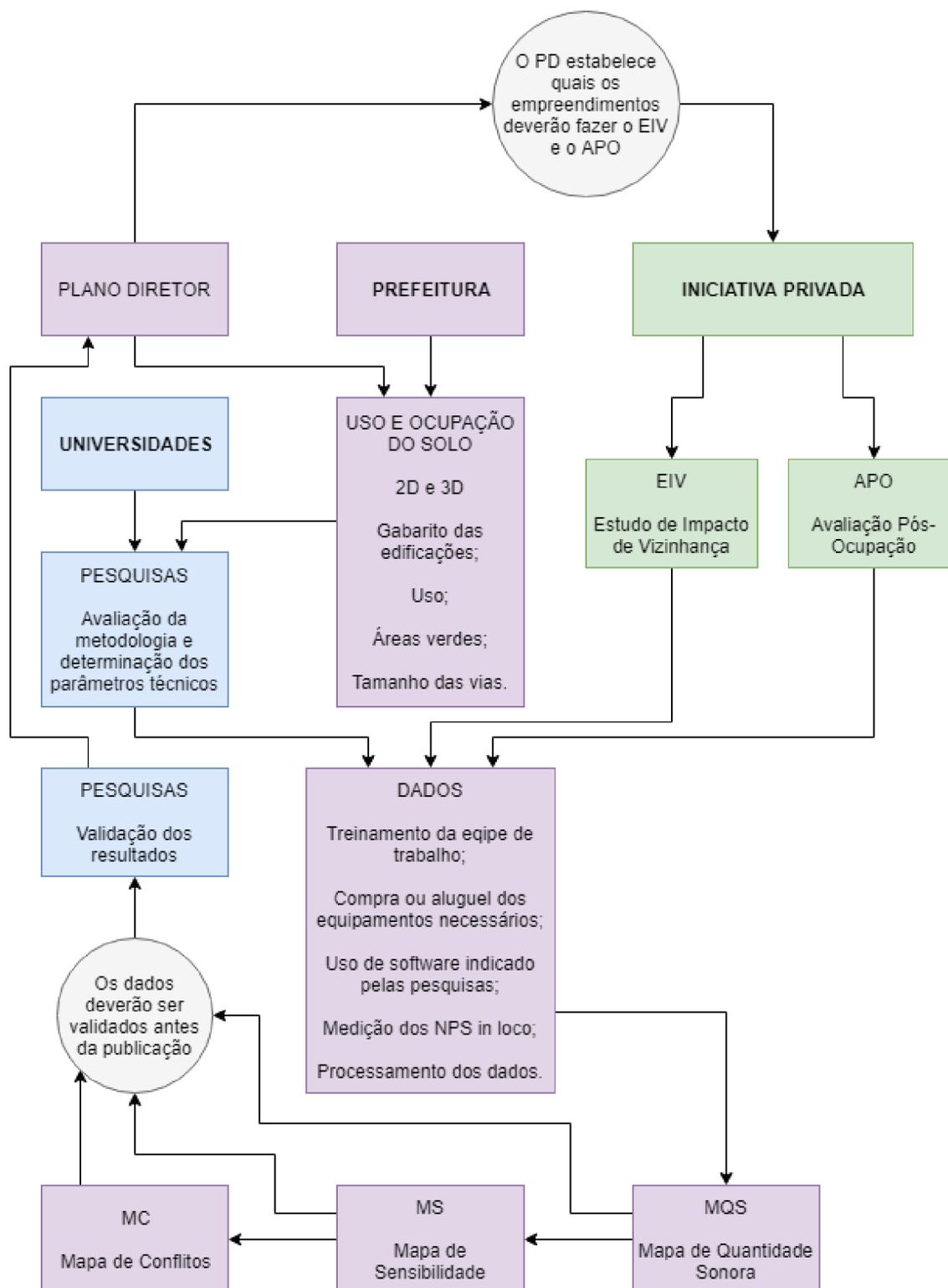
As Universidades entrariam no processo contribuindo com as adequações dos MIS a realidade do município, bem como a atualização dele a cada nova realização, caso as normas, as leis e entre outros fatores forem alterados.

A Iniciativa Privada contribuiria com informações geradas a partir da aplicação da norma de desempenho (NBR 15.575/2013), atrelada ao EIV e ao APO. O foco destes dois instrumentos seriam os grandes empreendimentos e os polos geradores de tráfego. Os órgãos públicos que se iguallassem a essas categorias, como exemplos hospitais e escolas, também fariam os mesmos estudos.

Partindo do entendimento que as prefeituras de médio e grande porte já utilizam ferramentas, como *ArchGIS* e *QGIS*, os dados coletados para a elaboração

do MIS podem ser processados, utilizando os métodos apresentadas nos estudos de Bessa (2015) e Moraes; Lara (2002).

Figura 11 – Proposta de fluxos para o desenvolvimento do MQS



Fonte: o autor.

Os *inputs* apresentados no quadro 12 são complementares aos apresentados no quadro 12. Estes *inputs* buscam orientar quanto a definição de pontos para os mapeamentos, já que não há um padrão definido nacionalmente. Estes critérios foram estabelecidos com base nas observações e discussões apresentadas pelos estudos analisados na RSL. O tópico referente aos parâmetros que determinam os pontos de medição se baseia em dados já analisados pelas prefeituras e que, assim como os dados que serão coletados, podem ser introduzidos em ferramentas de geoprocessamento como o *ArchGIS* e/ou *QGIS* e posteriormente analisados junto aos demais *layers*.

Quadro 12 – *Inputs* básicos necessários para a elaboração do MQS:

	Informações de entrada	Dados ou equipamentos necessários
Parâmetros para determinação dos pontos de medição	Reclamações	Localização
	Polos geradores de tráfego	Localização
	Vias	Velocidade máxima permitida
	Fluxo viário	Horários de pico; Pontos de engarrafamento
	Áreas silenciosas ou de descanso (parques e praças)	Localização
	Áreas predominantemente residenciais	Localização
Dados a serem coletados	NPS	Sonômetro (NBR 10.151/2019)
	Ponto de medição georreferenciado	GPS

Fonte: o autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um país cujas necessidades básicas como combate à fome, saneamento básico, infraestrutura, acesso a saúde e a moradia digna ainda são prioritárias em relação a implementação de estudos acústicos mais aprofundados. Contudo, este cenário não descarta a necessidade de se estudar e criar meios de gerir o ambiente sônico orientando ações para controlar a poluição sonora, pois ela prejudica a saúde e o meio ambiente.

Os mapeamentos realizados no país até então apontam a riqueza, a diversidade e a forma como os brasileiros tentam solucionar os problemas urbanos cada vez mais presente em seus cotidianos. É fato que as cidades brasileiras se desenvolveram e ainda se desenvolvem sem planejamento e que a perpetuação deste comportamento acarreta graves consequências ambientais, dentre elas a poluição sonora.

Apesar de estudos ricos em dados, como muitos dos apresentados e discutidos neste trabalho, grande parte esbarravam na divergência entre o que era determinado pelas leis e normas vigentes e o que vinha e ainda é aplicado na gestão da poluição sonora no meio ambiente.

Curitiba pode ser considerada uma das pioneiras em pesquisas e na busca por leis de planejamento e ordenamento urbano, que abordam de forma clara a questão da acústica e da poluição sonora urbana. Contudo, a aplicabilidade destas leis ainda é bem difícil. Já o mapeamento acústico, a cidade ainda não possui uma carta acústica como a apresenta por Fortaleza ou o Mapeamento de Ruído de São Paulo, ou ainda o Mapa Acústico de Belém. Mas, com os estudos realizados até então é possível traçar um diagnóstico da cidade, que está em situação alarmante quanto aos NPS.

Com esta pesquisa é possível afirmar a necessidade de interiorização dos estudos acústicos urbanos, principalmente em cidades que já tenham médio porte, pelo crescimento desordenado, aumento do fluxo de veículos e aumento da população exposta a níveis elevados de ruído. A maior parte das pesquisas focaram em capitais e principalmente em áreas específicas, como campus universitário. Áreas de maior vulnerabilidade social, por exemplo, não foram priorizadas, sendo elas as possíveis maiores receptoras da poluição sonora, por estarem próximas a

áreas urbanizadas sem planejamento, ou até mesmo, desprovidas de infraestrutura básica.

Através do estudo desta dissertação é possível afirmar que a implementação de política de estudo e monitoramento do ruído é possível não somente em grandes centros urbanos, mas também em cidades brasileiras de médio porte, com a utilização de ferramentas de georreferenciamento e geoprocessamento, já comumente presentes nos órgãos municipais. Outra possibilidade é a contratação de empresas por meio de consórcios, para que não só uma cidade, mas a região como um todo seja estudada, como ocorre com as políticas de saneamento.

É fato que não existe uma “receita de bolo” para a realização de mapeamento de quantidade sonora no Brasil, mas o conhecimento e as metodologias dos estudos realizados, principalmente os mais recentes, possibilitam resultados e informações suficientes para a discussão do planejamento urbano e da criação de ambientes acusticamente saudáveis.

Através do estudo desta dissertação é possível afirmar que a implementação de política de estudo e monitoramento do ruído é possível não somente em grandes centros urbanos, mas também em cidades brasileiras de médio porte, com a utilização de ferramentas de georreferenciamento e geoprocessamento, já comumente presentes nos órgãos municipais. Outra possibilidade é a contratação de empresas por meio de consórcios, para que não só uma cidade, mas a região como um todo seja estudada, como ocorre com as políticas de saneamento.

Em um segundo momento este estudo poderia se estender a outras capitais que ainda não tiveram estudo, a fim de se compreender melhor o comportamento do ruído urbano em todas as regiões do país.

Algumas lacunas importantes encontradas no decorrer desta análise foram:

- **a falta de um padrão nacional específico para a construção e o uso do mapeamento dos níveis de quantidade sonora;**
- **a inexistência de diretrizes sobre os usos deste instrumento no processo de planejamento urbano;**
- **a carência de políticas acústico ambientais efetivas para o controle da poluição sonora urbana;**

A partir destas observações e lacunas apresentadas, novos questionamentos foram formulados, como:

- a) Qual a situação do ambiente sônico no qual as cidades brasileiras se encontram?**
- b) Quais as políticas ambientais relativas à poluição sonora?**
- c) Estas leis e normas são suficientes para a construção de um cenário urbano sonicamente equilibrado?**
- d) Quais as diretrizes para a implementação do mapeamento de quantidade sonora como fonte de informação do ambiente sônico para o planejamento urbano no Brasil?**

Estes questionamentos podem se desdobrar em outras pesquisas, das quais as discussões iniciais se baseiam na hipótese de que, o Brasil necessita de uma consolidação de abordagens, procedimentos ou métodos que promova a investigação das condições ambientais sonoras, de forma a ser acessível a um maior número de cidades, principalmente as de médio porte, e estabeleça diretrizes nacionais para a elaboração e aplicação do mapeamento de quantidade sonora. Esta demanda se torna relevante pela influência do automóvel como principal meio de transporte no país e por ele ser o principal responsável pela contribuição a poluição sonora no espaço urbano. Contudo, como observado anteriormente, o instrumento comumente utilizado para este fim é o mapeamento de quantidade sonora, tanto *in loco*, quanto simulado. Alguns fatores que dificultam sua implementação são o custo elevado e/ou a falta de recursos suficientes para a sua realização, devido a necessidade de uso de ferramentas e equipamentos de alto custo, equipes multidisciplinares treinadas e prazo de desenvolvimento e necessidade de monitoramento.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, P. A. S. *et al.* Diagnóstico de ruído urbano de Belo Horizonte. **Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA)**, Belo Horizonte, 1988, 52 p.
- ÁLVARES, P. A. S. Relatório técnico de avaliação preliminar dos níveis de som e ruído de alguns logradouros de Belo Horizonte. **CETEC-COPAM-FEAM**, Belo Horizonte, 1982, 54p.
- ÁLVARES, P. A. S.; PIMENTEL-SOUZA F. A poluição sonora em Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Acústica e Vibrações**, v.10, p. 23-42, 1992.
- ALVES, L. R.; BRASILEIRO, T. C.; ARAÚJO, R. O.; FLORÊNCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D. Mapeamento da concentração de denúncias de Poluição Sonora em Natal/RN (Brasil) entre 2012 e 2015. **Acústica e Vibração**, n. 48, p. 75-82, 2016. ISSN 1983-442X.
- AMARILLA, Rosemara Santos Deniz. **Estudo de barreira acústica no controle de ruído em um campus universitário**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 193 p., 2019.
- AMORIM, Adriana Eloá Bento; DURANTE, Luciane Cleonice; VILELA, Jhonatha Correia; CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio. Previsão do ruído ambiental urbano devido à implantação do Modal Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) por meio de simulação computacional. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 4, p. 81-97, 2017. doi: 10.20435/inter.v18i4.1425
- ANSAY, Samuel Soares. **Estudo da poluição sonora através do mapa de ruído na implantação do novo campus universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013, 136 p.
- ARAÚJO, B.; CORTÊS, M.; DUARTE, A. B.; PINTO, D. Análise da acústica urbana no bairro de Lagoa Nova, Natal/RN. **Acústica e Vibração**, n. 44, p. 46-49, 2012. ISSN 1983-442X.
- ARAÚJO, Karina Clementino de. **Diagnóstico da poluição sonora na cidade de Recife – PE**. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 86 p., 2013.
- ASDRUBALI, F. New frontiers in environmental noise research. **Noise Mapping**. Ed. De Gruyter Open, 2014. 2 p. doi: <https://doi.org/10.2478/noise-2014-0001>
- ASDRUBALI, Francesco. Noise Mapping: a first balance and future perspectives. **Noise Mapping**. Ed. De Gruyter Open, v.7, p. 84-86, 2020. doi: <https://doi.org/10.1515/noise-2020-0007>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.151. Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.151. Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.152. Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro: **ABNT**, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15.575-1. Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10.151. Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16.313. Acústica – Terminologia. Rio de Janeiro: **ABNT**, 2014.

ASSOFRA, Isabella Lago. **Análise dos Elementos Morfológicos com Ênfase no Ruído Urbano: O Caso do Bairro do Marco**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Pará. Belém, 89 p., 2019.

BELÉM. Lei complementar n.º 02, de 19 de junho de 1999. Lei Complementar de Controle Urbanístico (LCCU). Belém, 1999. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/segep/download/coletanea/PDF/n_urban_p/lccu.pdf>. Acesso em: 12 de setembro de 2021.

BELL, P. A.; FISHER, J. D.; BAUM, A.; GREENE, T. C. Environmental Psychology. **Fort Worth**. Harcourt Brace Jovanovich: College Publishers, 2001.

BENTES, F. M.; HELENO, T. A.; SLAMA, J. G. Analysis of airport noise exposure around Viracopos International Airport using geographic information systems. **Journal of Air Transport Management**, v. 31, p. 15-17, 2013. doi: 10.1016/j.jairtraman.2012.11.001

BERGLUND, B.; LINDVALL, T.; SCHWELA, D. H. Community Noise. Document prepared for the World Health Organization. **World Health Organization**. Suécia, 1995. 141p. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>>. Acesso em: janeiro 2021.

BESSA, Julio Cesar de Alencar. **Mapas de ruído para a cidade de Manaus-AM: proposta de metodologia e princípios gerais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Processos Construtivos). Universidade Federal do Pará. Belém, 64 p., 2015.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle de ruídos**. 2ª ed. São Paulo: Blücher, 2011. 380 p.

BJÖRKMAN, M. Community noise annoyance: importance of noise levels and the number of noise events. **Journal of Sound and Vibration**. v.151, n.3, p.497-503, 1991.

BOTTELDOOREN, D.; DE COENSEL, B.; DE MUER, T. The temporal structure of urban soundscapes. **Journal of Sound and Vibration**. v.292, p.105-123, 2006.

BRASIL. Lei n.º 10.275, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2001.

BRASIL. Lei n.º. 6.938 de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 02 de julho de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente. (**CONAMA**). **Resolução CONAMA Nº 01**, de 08/03/1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente. (**CONAMA**). **Resolução CONAMA Nº 02**, de 08/03/1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente. (**CONAMA**). **Resolução CONAMA Nº 20**, de 07/12/1994.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Programa Silêncio**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/emissoes/ruidos/programa-silencio>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Selo Ruído**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/autorizacoes/selo-ruído/sobre-selo-ruído>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021

BRASILEIRO, T. C.; ALVES, L. R.; FLORÊNCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D. Mapas de ruído: histórico e levantamento da atual produção brasileira. **Acústica e Vibração**, v. 34, n. 51, p. 33-48, 2019. ISSN 1983-442X.

BRASILEIRO, Tamáris da Costa. **Mapeamento sonoro: estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB**. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

BRASILEIRO, Tamáris da Costa; ARAÚJO, Bianca Carla Dantas de. Mapeamento sonoro do bairro Castelo Branco, em João Pessoa / PB. In: XIV ENCAC Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído X ELACAC Encontro Latino-Americano De Conforto No Ambiente Construído, 2017, Balneário Camboriu. **Anais [...]**. Balneário Camboriu: 2017.

BRASILEIRO, Tamires da Costa. **Mapeamento Sonoro: Estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/ PB**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 177 p., 2017.

BRESSANE, A.; SANTARINE, G.A.; MAURICIO, J.C. Análise fenomenológica da poluição sonora: síntese de princípios fundamentais da teoria acústica. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 10, n. 2, p. 223-237, 2010.

BRESSANE, Adriano.; MOCHIZUKI, Patrícia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, José Arnaldo Frutuoso. Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v.32, n° 5, Rio de Janeiro, 2016. 11 p.

BRESSANE, Adriano; MOCHIZUKI, Patricia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, Jose Arnaldo Frutuoso. Acoustic environmental zoning as strategy of management and control of the urban noise pollution. **Ra'e Ga**, v. 35, p. 147-168, 2015. doi: 10.5380/raega.v35i0.39831

BRESSANE, Adriano; MOCHIZUKI, Patricia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, Jose Arnaldo Frutuoso. Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 5, p. 1-11, 2016. doi: 10.1590/0102-311X00021215

BRITO, F. A. C; COELHO, J. L. B. The Fortaleza noise mapping project - A tool for the strategies of knowledge and control of noise in the municipality and the new perception for the control of big music events. In: 20th International Congress on Acoustics 2010, ICA 2010 - Incorporating Proceedings of the 2010 Annual Conference of the Australian Acoustical Society. **Anais [...]**. Australia, 2010.

BRITO, Luiz Antonio Perrone Ferreira de. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1095-1107, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000601095&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 01 fevereiro de 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017152589>.

BRITO, Luiz Antonio Perrone Ferreira de. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1095-, 2017. doi: 10.1590/s1413-41522017152589

BRITO, Luiz Antonio Perrone Ferreira de. Metodologia para estimativa do ruído de tráfego: aspectos práticos e de precisão. *In*: Encontro Nacional sobre o Conforto no Ambiente Construído, 10. **Anais [...]** 2009, Natal: ENCAC/ELACAC.

BRONZAFT, Arline L. A Voice to End the Government's Silence on Noise. **Hearing Rehabilitation Quarterly**, New York, v. 23, n. 1, 1998. Disponível em: <<http://aireform.com/wp-content/uploads/19980000..-A-Voice-to-End-the-Governments-Silence-on-Noise-A.Bronzaft-reference-document-at-AirportNoiseLaw.org-10p.pdf>>. Acesso em: 16 de outubro de 2020.

BUNN, F.; FIEDLER, P.E.K.; ZANNIN, P.H.T. Avaliação da poluição sonora ambiental – normas e leis usadas no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC**, Rio de Janeiro, n.41, p. 47-54, 2009.

BUNN, F.; FILHO, M. M. O.; ZANNIN, P.H.T. Impacto ambiental sonoro no trecho sul da linha verde na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. **Ra'e Ga**, v. 38, p. 7-34, 2016.

BUNN, F.; ZANNIN, P.H.T. Urban planning – Simulation of noise control measures. **Noise Control Engineering Journal**, v. 104, 16-23, 2016.

BUNN, Fernando. **Avaliação da Poluição Sonora Gerada pelo Tráfego Ferroviário na Cidade de Curitiba**. Dissertação de Mestrado. Universidade federal do Paraná. Curitiba, 2013, 185 p.

BUNN, Fernando; FILHO, Marcus Manfrin Oliveira; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Impacto ambiental sonoro no trecho sul da linha verde na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. **Ra'e Ga**, v. 38, p. 7-34, 2016. doi: 10.5380/raega.v38i0.41165

BUNN, Fernando; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Assessment of railway noise in an urban setting. **Applied Acoustics**, v. 104, p. 16-23, 2016. doi: 10.1016/j.apacoust.2015.10.025

CANTIERI, Eduardo; CATAI, Rodrigo Eduardo; AGNOLETTO, Rafael Antonio; ZANQUETA, Hugo Flávio Benassi; CORDEIRO, Arildo Dirceu; ROMANO, Cezar Augusto. Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba - PR. **Revista Produção Online**, v.10, n. 1, 2010. doi: 10.14488/1676-1901.v10i1.233

CARDOSO, Leonardo. The Politics of Noise Control in São Paulo. **Journal of Latin American Studies**, Cambridge University Press: Cambridge, v. 49, n. 1, p. 917-945, 2017. doi: 10.1017/S0022216X16001978

CARNIEL, Talita Haryadne; POZZER, Marcos; HOLTZ, Davi Akkerman. How to deal with noise map calculation models in Brazil. *In: Euronoise 2018 - Conference Proceedings*. Creta. p. 1189 – 1194, 2018.

CARTA ACÚSTICA DE FORTALEZA. Disponível em: <<https://cartaacusticadefortaleza.com.br/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021.

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica Arquitetônica**. 2ª ed. Brasília: Thesaurus, 2010. 238 p.

CASAS, W.J.P.; CORDEIRO, E.P.; MELLO, T.C.; ZANNIN, P.H.T. Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. **Journal of Scientific & Industrial Research**, New Delhi, v. 73, n. 4, p. 262-266, 2014.

COHEN, Sheldon; WEINSTEIN, Neil. Nonauditory Effects of Noise on Behavior and Health. *In: G. W. Evans (ed.): Environmental Stress*, **Cambridge University Press**: Cambridge, v.37, n° 1, p. 45-73, 1981.

CORTÊS, M. M.; AGUIAR, F. M. Análise acústica do Parque do Aterro do Flamengo, RJ. **Acústica e Vibração**, n. 48, p. 63-74, 2016. ISSN 1983-442X.

CORTÊS, Mariana M.; NIEMAYER, Maria Lygia. O potencial da utilização da ferramenta de mapa de ruído em diferentes escalas de análise. **Paranoá**, Brasília, n. 11, p. 87-98, 2014. doi: 10.18830/issn.1679-0944.n11.2014.12087

COSTA, Heliara Aparecida; LOGSDON, Louise; FABRICIO, Márcio Minto. Flexibilidade em projetos de arquitetura: contribuições a partir de uma revisão sistemática da literatura. **PARC : Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, UNICAMP/FEC, v. 8, n. 3, p. 144-160, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650206>> doi: 10.20396/parc.v8i3.8650206.

COSTA, Jhonatha Junio Lopes. **Monitoramento Ambiental dos Níveis de Pressão Sonora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Goiânia**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiânia, 118 p., 2015.

COSTA, Samuel; LOURENÇO, Roberto. Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 172, n.1-4, p.329-337, 2011. doi: 10.1007/s10661-010-1337-3

CRUZ, Mauro Vieira. **Lei de Mapeamento Acústico da Cidade de São Paulo: ordenamento urbano e a gestão do ruído**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 259 p., 2017.

CURITIBA (Cidade). Lei Municipal nº 10.625 de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem estar e do sossego público, revoga as leis nº. 8.583, de 02 de janeiro de 1995, 8.726, de 19 de outubro de 1995, 8.986, de 13 de dezembro de 1996, e 9.142, de 18 de setembro de 1997, e dá outras providências. Curitiba, 2002. Disponível em: <<http://cm-curitiba.jusbrasil.com.br/legislacao/340832/lei-10625-02>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2021.

DIAS, Adriano; CORDEIRO, Ricardo; CORRENTE, José Eduardo; GONÇALVES, Cláudia Giglio de Oliveira. Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 63-68, 2006.

DINATO, Antônio Carlos; SCHAAL, Ricardo Ernesto. Simulação do ruído sonoro no entorno do aeroporto de Ribeirão Preto. **Journal of Transport Literature**, v. 8, n. 1, p. 285-303, 2014.

DINIZ, F. B. **Impacto ambiental das emissões sonoras de subestações de energia elétrica na cidade de Curitiba**. 2003. 221 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

DINIZ, Fabiano Belisário.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Calculation of noise maps around electrical energy substations. **Applied Acoustic**, v. 66, n. 4, p. 467-477, 2005. doi: 10.1016/j.apacoust.2004.08.004

DINIZ, Fabiano Belisário.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Noise impact caused by electrical energy substations in the city of Curitiba, Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 328, n.13, p. 23-31, 2004. doi: 10.1016/j.scitotenv.2004.02.007

ENGEL, Margret Sibylle; SEGUNDO, Emerson Hochsteiner de Vasconcelos; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Statistical analysis of a combination of objective and subjective environmental noise data using factor analysis and multinomial logistic regression. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment (SERRA)**, v. 28, p. 393-399, 2014. doi: 10.1007/s00477-013-0759-1

EUROPEAN COMMISSION. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. **Off. J. Eur. Communities**, n. 18, p. 12–25, 2002.

EUROPEAN COMMISSION. Future Noise Policy. **Green Paper**, Bruxelas, 1996.

FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian. **Poluição Sonora nos Principais Eixos Estruturais de Transporte da Cidade de Curitiba**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013, 167 p.

FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Noise mapping as a tool for urban planning. **Journal of Science & Industrial Research**, v. 74, p. 114-116, 2015.

FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs - Noise maps and measurements. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 51, p. 1-9, 2015. doi: 10.1016/j.eiar.2014.09.014

FILHO, J. J. de S.; STEFFEN, J. L.; ANDREASI, W. A.; ZANNIN, P. H. T. Urban noise assessment based on noise mapping and measurements. **Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne**, v. 43, n. 1, p. 1-12, 2015.

FLORÊNCIO, Debora Nogueira Pinto. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 209 p., 2018.

FLORÊNCIO, Debora Nogueira Pinto. **Mapeamento Acústico como ferramenta para Predição de Ruído Urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/ RN**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 145 p., 2013.

FLORÊNCIO, Débora; BRASILEIRO, Tamáris; ARAÚJO, Eduardo; ARAÚJO, Virgínia; ARAÚJO, Bianca. Análise estatística do ruído de tráfego como validação para mapeamento acústico. In: XIV ENCAC X ELACAC, 2017, Balneário Camboriu. **Anais [...]**. Balneário Camboriu: 2017.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisão Sistemática de Literatura: passos para a sua elaboração. **Epidemil. Serv. Saúde**, Brasília, 23(1): 183-184, 2014. 2p.

GERNAN-GONZÁLES, Miriam; SANTILÁN, Arturo O. Del concepto de Ruído Urbano al de Paisaje Sonoro. **Bitácora Urbano-Territorial**, v. 10, n. 1, p. 39-52, 2006.

GEVÚ, N. V.; FERNANDES, W. C.; CORTÊS, M. M.; FAGERLANDE, G. C.; NIEMEYER, M. L. A. Mapa de ruído como ferramenta de diagnóstico e projeto. **Acústica e Vibração**, v. 33, n. 50, p. 93-106, 2018. ISSN 1983-442X.

GEVÚ, Nayara; CARVALHO, Bianca; FAGERLANDE, Guilherme C. NIEMEYER, Maria Lygia; CORTÊS, Marina Medeiros; TORRES, Julio Cesar Boscher. Rio de Janeiro noise mapping during the COVID-19 pandemic period. **Noise Mapping**, v. 8, n. 1, p. 162-171, 2021. doi: 10.1515/noise-2021-0012

GIUNTA, Mariane Benutti. **Análise de Modelagem de Previsão Acústica e Mapeamento Sonoro para a Cidade de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 170 p., 2013.

GOUGH, David. Weight of evidence: a framework for the appraisal of the quality and relevance of evidence. **Research Papers in Education**, v. 22, n. 2, p. 213–228, 2007. doi: <https://doi.org/10.1080/02671520701296189>

GOUGH, David; OLIVER, Sandy; THOMAS, James. **Clarifying differences between review designs and methods**. London: Sage Publications Ltd., 2012.

GOUGH, David; OLIVER, Sandy; THOMAS, James. **Learning from Research: Systematic Reviews for Informing Policy Decisions: A Quick Guide**. A paper for the Alliance for Useful Evidence. London: Nesta, 2013.

GOUGH, David; THOMAS, James; OLIVER, Sandy. An introduction to systematic reviews. **Systematic Reviews**, London, v. 1, n. 28, p. 1-9, 2012.

GUEDES, Italo César Montalvão. **Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005, 139 p.

GUEDES, Italo César Montalvão; BERTOLI, Stelamaris R.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju – Brazil. **Science Of The Total Environment**, v. 412-413, p. 66-76, 2011. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.10.018

GUILHERME, Priscila Maria Gonçalves. **Exposição da População ao Ruído: considerações para a cidade de Sinop-MT**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade de Cuiabá - Unidade Beira Rio, Cuiabá, 58 p., 2018.

HIRASHIMA, Simone Queiroz da Silveira. **Percepção sonora e térmica e a avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte – MG, Brasil**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014, 248 p.

INAD[SP] – Mapa de ruído urbano. Disponível em: <<http://www.mapaderuidosp.org.br/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020.

JERÔNIMO, C; SILVA, J.; DA SILVA, R. Modelagem matemática dos impactos extramuros do ruído produzido por uma Universidade em Mossoró-RN. **HOLOS**, v. 2, n. 31, p. 142-154, 2015. doi: 10.15628/holos.2015.2197

JUIZ DE FORA, Lei Municipal nº 11.197 – de 03 de agosto de 2006 – Institui o Código de Posturas no Município de Juiz de Fora e dá outras providências. Juiz de Fora, 2006 Disponível em: <https://www.camarajf.mg.gov.br/mostra_anexo.php?tipo=CODPOST> - Acesso em: 27 de dezembro de 2021.

JUIZ DE FORA, Lei Municipal nº 5.535 de 15 de dezembro de 1978 – Institui o Código de Posturas de Juiz de Fora e dá outras providências. Juiz de Fora, 1978. Disponível em: <<https://jflgis.pjf.mg.gov.br/norma.php?chave=0000016460>> - Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

JÚNIOR, Edson Benício Carvalho GARAVELLI, Sérgio Luiz; MAROJA, Armando Mendonça. Análise dos efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 4, p. 59-81, 2012. doi: 10.1590/S2238-10312012000400004]

LACERDA, Adriana Bender Moreira de; MAGNI, Cristiana; MORATA, Thais Catalani; MARQUES, Jair Mendes; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 85-98, 2005. doi: 10.1590/S1414-753X2005000200005

LANG, William W. Global versus local issues in noise control policy. **Noise & Vibration Worldwide**, v. 34, n. 2, 2003, p.18

LIU, Ye; MA, Xiaoyuan; SHU, Lei; YANG, Qing; ZHANG, Yu; HUO, Zhiqiang; ZHOU, Zhangbing. Internet of Things for Noise Mapping in Smart Cities: State-of-the-Art and Future Directions. **IEEE Network**, v. 22, n. 4, p. 112-118, 2020. doi: 10.1109/MNET.011.1900634

LISOT, Aline; JUNIOR, Paulo Roberto Reschetti; NUNES, Layane A.; SOARES, Paulo Fernando. Análise do Ruído para a Implantação de Empreendimentos Imobiliários Horizontais Urbanos. *In: V Seminários Internacional da LARES (Latin American Real Estate Society)*. **Anais [...]**, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.mrcl.com.br/trabalhos/LARES%20-%20Aline%20Lisot.pdf>> Acesso em: junho de 2021.

LOPEZ, G. A. P.; SOUZA, L. C. L. de. Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 161-175, 2018. ISSN 1678-8621. doi: 10.1590/s1678-86212018000400299

MAGIOLI, Flávia Benevides; TORRES, Julio Cesar Boscher. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 2, p. 400-413, 2018. doi: 10.1590/2175-3369.010.002.ao01

MAPA SONORO DE CURITIBA. Disponível em: <<http://www.mapasonoro.com.br/contato/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021

MARCHETTI, Marcio Catharin; CARVALHO, Marcia Siqueira de. Ruídos na cidade de Londrina - Paraná, Brasil, **Ra'e Ga**, v. 23, p.621-651, 2011. doi: 10.5380/raega.v23i0.24924

MÉNDEZ, Antonio Miguel.; STORNINI, Alberto Juan; SALAZAR, Estela Beatriz; GIULIANO, Héctor Gustavo; VELIS, Ariel Gustavo; AMARILLA, Beatriz Cecilia. **Acústica Arquitectónica**. Buenos Aires: Universidade Del Museo Social Argentino, 1994. 238 p.

MENDONÇA, André B. D.; SURIANO, Marcia Thais; SOUZA, Léa Cristina Lucas de; VIVIANI, Eliane. Classes de quadras urbanas determinadas pelos níveis de ruídos. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 63-77, 2013. doi: 10.7213/urbe.05.002.SE05

MENDONÇA, André Bressa Donato. **Relação entre Índices Urbanísticos da Forma Urbana e a Acústica Ambiental**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 151 p., 2013.

MICHALSKI, R. L. X. N.; CAPARROZ, G. M. Avaliação sonora de espaços urbanos na área central de São Paulo: o caso da Avenida Ipiranga. **Acústica e Vibração**, v. 34, n. 51, p. 33-32, 2019. ISSN 1983-442X.

MILANEZ, Mirre Liluz. **Análise do impacto ambiental sonoro com a implantação do trecho norte da linha verde em Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, 126 p., 2013.

MINAS GERAIS. Lei nº. 7.302, de 21 de julho de 1978. Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no estado de Minas Gerais. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, 1978. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-7302-1978-minas-gerais-dispoe-sobre-a-protacao-contra-a-poluicao-sonora-no-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021.

MORAES, Elcione; LARA, Neyla. Mapa Acústico de Belém. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE COSNTRUÍDO – ENCAC, 2005. **Anais** [...]. p. 1241-1250, Maceió, 2005.

MORAES, Elcione; SANTIAGO, Lícia; PINHEIRO, Nickolas. Ruído Ambiental: panorama da produção científica brasileira nos últimos 15 anos. *In*: XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. **Anais** [...] Porto Alegre, 2018. doi: 10.17648/sobrac-87045

MORILLAS, Juan Miguel Barrigón. GONZÁLEZ, David Montes. GOZALO, Guillermo Rey. A review of the measurement procedure of the ISO 1996 standard. Relationship with the European Noise Directive. **Science of The Total Environment**, v. 565, p. 595-606, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.207>

MOTA, Suetônio. Planejamento Urbano e Preservação Ambiental. Universidade Federal do Ceará. **Proedi**, Fortaleza, 1981.

MOURA-DE-SOUSA, Carolina; CARDOSO, Maria Regina Alves. Urban Noise in the City of São Paulo, Brazil: An Important Problem of Public Health. **Noise & health**, v. 4, n. 16, p. 57-63, 2002.

MURGEL, Eduardo. **Fundamentos da Acústica Ambiental**. São Paulo: Editora Senac, 2007. 131 p.

NASCIMENTO, Eriberto Oliveira do; OLIVEIRA, Felipe Luz de; OLIVEIRA, Lucas Nonato de; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Noise prediction based on acoustic maps and vehicle fleet composition. **Applied Acoustics**, v. 174, p. 1-9, 2021. doi: 10.1016/j.apacoust.2020.107803

NETO, José R. de Lima; CARDOSO, Cláudio A. Impacto sonoro do aeroporto Santos Dumont/RJ: análise e medidas de controle. **Paranoá**, Brasília, n. 12, p. 115-124, 2014. doi: 10.18830/issn.1679-0944.n12.2014.12300

NEWMAN Mark; GOUGH, David. **Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application**. In: Zawacki-Richter O., Kerres M., Bedenlier S., Bond M., Buntins K. (eds) Systematic Reviews in Educational Research. Wiesbaden: Springer VS, 2020. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1

NIEMEYER, M. L. A. **Conforto Acústico e Térmico, em situação de verão, em Ambiente Urbano: uma proposta metodológica**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 211 p., 2007.

NILSSON, M. E.; BERGLUND, B. Soundscape quality in suburban green areas and city parks. **Acta Acustica United with Acustica**, v. 92, n. 6, p. 903-911, 2006.

OANCEA, I.; BUJOREANU, C.; BUDESCU, M.; BENCHEA, M.; GRADINARU, C. M. Considerations on sound absorption coefficient of sustainable concrete with different waste replacements. **Journal of Cleaner Production**, n. 203, p. 301-312, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.273>

OLIVEIRA, Felipe Luz de. **Mapeamento acústico e avaliação de ruído urbano no setor Marechal Rondon em Goiânia – GO**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiânia, 100 p., 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Burden of disease from environmental noise quantification of healthy life years lost in Europe**. 2011. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326424>. Acesso em: dezembro 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Environmental noise guidelines for the European Region**. 2018. Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>. Acesso em: dezembro 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Guidelines for community noise**. 1999. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>. Acesso em: dezembro 2020.

PAIVA, Karina Mary, CARDOSO, Maria Regina Alves; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. 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. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.041

PALMA, Maykon Yvan. **O mapa de ruído como instrumento de planejamento: o caso da poluição sonora causada pelos automóveis no município de São**

Paulo. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade). Universidade de São Paulo, São Paulo, 115 p., 2018.

PANETO, Greicikelly Gaburro. **O ruído do tráfego automotor e os espaços públicos na cidade: estudo de caso em Vitória, ES.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 142 p., 2016.

PAZ, Elaine Carvalho da; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista Saúde Pública**, v. 39, n. 3, p. 467-472, 2005. doi: 10.1590/S0034-89102005000300019

PAZ, Elaine Carvalho da; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Avaliação da poluição sonora no Campus III – Campus Centro Politécnico e Campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR. **Ra'e Ga**, v. 26, p. 5-34, 2012. doi: 10.5380/raega.v26i0.30039

PAZ, Elaine Carvalho da; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Evaluation of nighttime traffic noise - case study in the city of Curitiba, Brazil. **Ra'e Ga**, v. 31, p. 29-52, 2014. doi: 10.5380/raega.v31i0.30757

PEREIRA, M. Percepção Sonora no espaço público: indicadores de tolerância ao ruído na cidade do Rio de Janeiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE COSNTRUÍDO – ENCAC, 2003, Curitiba, PR-Brasil. p. 779-786, 2003.

PICAUT, Judicaël; CAN, Arnaud; FORTIN, Nicolas; ARDOUIN, Jeremy; LAGRANGE, Mathieu. Low-Cost Sensors for Urban Noise Monitoring Networks – A Literature Review. **Sensors**, v. 20, n. 2256, 2020. doi: 10.3390/s20082256

PIMENTEL-SOUZA F. Efeitos da poluição sonora no sono e na saúde em geral - ênfase urbana. **Revista Brasileira de Acústica e Vibrações**, v.10, p. 12-22, 1992.

PINTO, Débora Nogueira; ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de; ARAÚJO, Bianca Carla Dantas de; GOMES, Renato Nascimento. Impacto do ruído de tráfego: estudo de caso no bairro de Lagoa nova, Natal-RN. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 6, n. 2, p. 28-37, 2013. ISSN: 2179-0612.

PINTO, Fernando A. N. C.; MORENO, Maysa D. Mapa de ruído de bairros densamente povoados: Ejemplo de Copacabana, Rio de Janeiro – Brasil. *In*: VI Congresso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008. **Anais [...]**, Buenos Aires, 2008.

PINTO, Fernando de Noronha Castro; MARDONES, Maysa Moreno. Noise mapping of densely populated neighborhoods--example of Copacabana, Rio de Janeiro—Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 155, n. 1-4, p. 309-318, 2008. doi: 10.1007/s10661-008-0437-9

PORTUGAL. MINISTÉRIO DO AMBIENTE. Decreto-Lei 9 de 2007. Disponível em: <http://www.dre.pt/pdf1sdip/2007/01/01200/03890398.pdf>. Acesso em: julho de 2021.

PRANGE, S. P.; TORRES, J. C. B. Noise impact of urban mobility changes: Charitas tunnel case study. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**. p. 208-216, 2017. doi: 10.12972/susb.20170018

PRANGE, Sérgio Portela. **Impacto acústico causado pela operação do túnel de Charitas, Niterói**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 84 p., 2017.

PREFEITURA DE FORTALEZA. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. Mapa Acústico de Fortaleza. Fortaleza, 2013. Disponível em: <<https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/planejamento/Carta-Acstica-de-Fortaleza.pdf>>. Acesso em: 01 de agosto de 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. PSIU no combate à poluição sonora. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/zeladoria/psiu/index.php?p=8831#:~:text=O%20PSIU%20\(Programa%20Sil%C3%AAncio%20Urbano,vistoria%20em%20resid%C3%AAncias%20e%20obras](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/zeladoria/psiu/index.php?p=8831#:~:text=O%20PSIU%20(Programa%20Sil%C3%AAncio%20Urbano,vistoria%20em%20resid%C3%AAncias%20e%20obras)>. Acesso em: 19 de outubro de 2020

PROACUSTICA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA A QUAIDADE ACÚSTICA. **Fortaleza é a primeira cidade brasileira a ter sua Carta Acústica**. Disponível em: <<https://www.proacustica.org.br/publicacoes/cases/fortaleza-primeira-cidade-brasileira-a-ter-sua-carta-acustica/>>. Acesso em: agosto 2021.

RAZDAN, A. **The father of acoustic ecology a conversation with R. Murray Schafer**. Disponível em: <<https://www.utne.com/arts/r-murray-schafer-father-of-acoustic-ecology>>. Acesso em: janeiro 2021.

RIBAS, Angela; SCHMID Aloisio; RONCONI, Eleusis. 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**, n. 21, p. 183-199, 2010.

ROCHA, R. E.; BERTOLI, S. R. A acústica urbana e suas escalas de investigação. **Acústica e Vibração**, n. 48, p. 29-44, 2016. ISSN 1983-442X.

RODRIGUES, Ferdinando de Moura. Desenho urbano: cabeça, campo e prancheta. **Projeto**, São Paulo, 1986.

RODRIGUES, Simone Velloso Carneiro. **Avaliação da poluição sonora oriunda dos ruídos veiculares na Linha Vermelha e a eficácia das barreiras acústicas existentes na mitigação dos impactos ambientais. (Comunidade da Maré e o bairro de São Cristóvão –RJ)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 92 p., 2017.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura Bioclimática dos Espaços Públicos**. 4ª impressão. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2015. 226 p.

SAFEER, H.B. Community noise levels – a statistical phenomenon. **Journal of Sound and Vibration**. v.26, n.4, p.489-502, 1973. doi: 10.1016/S0022-460X(73)80215-9

SANTOS, Fabiane Silva. **Veículo Leve sobre Trilhos: Simulação do impacto ambiental acústico em Brasília – DF**. Dissertação (Mestrado em Transportes) Universidade de Brasília. Brasília, 105 p., 2016.

SANTOS, Geanesson Alberto de oliveira. **Avaliação da poluição sonora de tráfego nas proximidades de estações-tubo em diferentes áreas de zoneamento da cidade de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 111 p., 2015.

SANTOS, Jorge Luiz Pizzuti dos. **Estudos do potencial tecnológico de materiais alternativos em absorção sonora**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2005. 80 p.

SANTOS, Romulo Gustavo dos. **Modelagem dos níveis de pressão sonora em uma região central urbana de Goiânia/GO**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 196 p., 2019

SCARIOT, Évely Mara; FILHO, Antonio Conceição Paranhos; TORRES, Thais Gisele; VICTÓRIO, Ana Cristina Budib. O uso de geotecnologias na elaboração de mapas de ruído. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.17, n. 1, p. 51-60, 2012. doi: 10.1590/S1413-41522012000100009

SCHITTINI, Gabrielle Kaminski. **Avaliação objetiva e subjetiva do ruído ambiental do campus politécnico da UFPR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 163 p., 2020.

SILVA, Edwin Francisco Ferreira. **Alterações no clima acústico nas vizinhanças de uma rodovia devido a implantação de um modal de transporte**. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de Brasília. Brasília, 115 p. 2015.

SILVA, Pérides. *Acústica Arquitetônica & Condicionamento de ar*. 5.ed. Belo Horizonte, Empresa Termo Acústica, 2005.

SOARES, Antonio Carlos Lobo; COELHO, J. Luis Bento. Urban park soundscape in distinct sociocultural and geographical contexts. **Noise Mapping**, v. 3, p. 232-246, 2016. doi: 10.1515/noise-2016-0016

SOARES, Patrícia Dias. **Avaliação da poluição sonora ambiental na parte noroeste da cidade de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 103 p., 2013.

SOARES, Paulo; RIBEIRO, Rodrigo; SNTOS, Geanesson dos; CONSTANTINI, Amanda; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Spectral Analysis of noise around the Polytechnic Center Campus of Federal University of Paraná. **Ra'e Ga**, v. 32, p. 73-94, 2014. doi: 10.5380/raega.v32i0.35066

SOUZA FILHO, J. J. de. **Avaliação do ruído urbano na cidade de Campo Grande/MS**. Dissertação de Mestrado. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/2200>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2021.

SOUZA FILHO, J.J. de; STEFFEN, J.L.; ANDREASI, W.A.; ZANNIN, P.H.T. Urban noise assessment based on noise mapping and measurements. **Canadian Acoustics**, Ottawa, v. 43, n. 1, p. 3-10, 2015.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de; GIUNTA, Mariane Benutti. Urban indices as environmental noise indicators. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 35, n. 5, p. 421-430, 2011. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2011.06.001

SOUZA, Thaísa Barboza de. **Poluição sonora em um campus universitário: Quais os impactos na percepção e no comportamento dos usuários?** Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

SOUZA, Thaísa Barboza de; ALBERTO, Klaus Chaves; BARBOSA, Sabrina Andrade. Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil. *Applied Acoustics*, v. 157, p. 1-11, 2020. doi: 10.1016/j.apacoust.2019.107023

STANSFELD, S. A.; HAINES M. M.; BURR M.; BERRY B.; LERCHER P. A review of environmental noise and mental health. *Noise Health [online]*, v. 2, p. 1-8, 2000. Disponível em: <<http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2000/2/8/1/31756>>.

STANSFELD, S. A.; MATHESON, M. P. Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*, v. 68, p. 243-257, 2003. DOI: 10.1093/bmb/ldg033

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, Cidade*, v. 20, n. 7, p. 2201-2210, 2015.

SURIANO, Marcia Thais; DE SOUZA, Lea Cristina Lucas; DA SILVA, Antonio Nelson Rodrigues. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, n. 7, p. 2201-2210, 2015. doi: 10.1590/1413-81232015207.10792014

SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. *Science of the Total Environment*. v.407, p.6143-6149, 2009.

SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. A percepção dos praticantes de atividade física sobre a qualidade ambiental sonora dos parques públicos de Curitiba – Paraná. *Ra'e Ga*, v. 33, p. 7-43, 2015. doi: 10.5380/raega.v33i0.30969

TEIXEIRA, Amanda Cossich. **Avaliação da influência da poluição sonora na valoração de imóveis urbanos: estudo de caso em Maringá-PR.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 103 p., 2017.

TEZEL, Melike Nese; SARI, Deniz; OZKURT, Nesimi; KESKIN, S. Sinan. Combined NO_x and noise pollution from road traffic in Trabzon, Turkey. *Science of the Total Environment*, v. 696, p. 1-22, 2019. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134044

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.** Jornal Oficial, n. 45, l. 189, p.12-26, 2002.

VALADARES, Victor Mourthé. Leis de silêncio em Belo Horizonte – MG: evolução e tendências. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 4, n. 3, p.773-788, 2020. doi: 10.34115/basrv4n3-002

VALADARES, Victor Mourthé. **Ruído de tráfego veicular em corredores do transporte urbano: estudo de caso em Belo Horizonte-MG**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

VIANNA, Karina Mary de Paiva. **Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde da população**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, 145 p., 2014.

VIEIRA, Thomas Jeferson. **Avaliação da Poluição Sonora nos Campi Centro Politécnico e Jardim Botânico através de Medições e Mapas de Ruído**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 161 p., 2018.

VIRO, Gabriel E. Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados. **Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica**. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, 2002.

WICHERS, Michiel; IRAMINA, Wilson Siguemasa; ESTON, Sergio Medici; SILVA, Anna Luiza Marques Ayres da. Using a noise monitoring station in a small quarry located in an urban area. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, n. 40, p. 1-11, 2018. doi: 10.1007/s10661-017-6404-6

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Development of Environment and Health Indicators for European Union Countries: Results of a Pilot Study. Bonn, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Environment Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for community noise. 1999. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHOQOL: Measuring quality of life. Disponível em: <<https://www.who.int/toolkits/whoqol>> - acesso em: 15 de novembro de 2020.

WOSNIACKI, Giacomo Gustavo; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Framework to manage railway noise exposure in Brazil based on field measurements and strategic noise mapping at the local level. **Science of the Total Environment**, p. 1-14, 2021. doi: 10.4271/2020-36-0063

YANAGIYA, Teddy K.; PIERRARD, Juan de Frias. Sensitivity map – A case study in São Paulo, Brazil. In: INTER-NOISE 2018 - 47th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Impact of Noise Control Engineering. **Anais [...]**. Chicago, 2018.

ZAJARKIEWICCH, D. F. B. **Poluição sonora urbana: principais fontes**. Aspectos jurídicos e técnicos. Dissertação (Mestre em direito) – PUC/SP. São Paulo, p. 233.

2010. Disponível em:

<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp136499.pdf>> - acesso em: 17 de outubro de 2019 às 20:34.

ZANNIN, P.H.T.; CALIXTO, A.; DINIZ, F.B.; FERREIRA, J.A. A survey of urban noise annoyance in a large brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis. **Environmental Impact Assessment Review**. v.23, p.245-255, 2003.

ZANNIN, P.H.T.; CALIXTO, A.; DINIZ, F.B.; FERREIRA, J.A. Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n.4, p. 521-524, 2002.

ZANNIN, P.H.T.; SZEREMETTA, B. Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n.2, p. 683-686, 2003.

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Aspects of urban noise pollution in a large Brazilian city. **Noise & Vibration Worldwide**, v. 34, n. 10, p. 18- 22, 2003. doi: 10.1260/095745603322767400

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; BUNN, Fernando. Noise annoyance through railway traffic – a case study. **Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 12 n. 14, p. 1-12, 2014. doi: 10.1186/2052-336X-12-14

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; DINIZ, Fabiano Belisário; BARBOSA, Wiliam Alves Barbosa. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. **Applied Acoustic**, n. 63, p. 351-358, 2002. doi: 10.1016/S0003-682X(01)00052-4.

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; ENGEL, Margret Sibylle; FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; BUNN, Fernando. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: a case study at a university campus in Brazil. **Cities**, v. 31, p. 317–327, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264275112001771?via%3Dihub>.

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; ENGEL, Margret Sibylle; FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; BUNN, Fernando. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. **Cities**, v. 31, p. 317-327, 2013. doi: 10.1016/j.cities.2012.09.008

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; SZEREMETA, Bani. Evaluation of Noise Pollution in Urban Parks. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 118, n. 1-3, p. 423-433, 2006. doi: 10.1007/s10661-006-1506-6

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; QUADROS, Ferdinando; OLIVEIRA, Felipe Luz de; NASCIMENTO, Eriberto Oliveira do. Evaluation of Environmental Noise Generated by Household Waste Collection Trucks. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 20, n. 4, 17 p., 2018. doi: 10.1142/S1464333218500102

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; SANT'ANA, D. Q. de. Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project - A case study in Brazil. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 479-486. doi: 10.1016/j.apacoust.2010.09.014

ZANQUETA, H. F. B.; PALHANO, E. A. DE Q.; RIBEIRO, C. S.; CANTIERI, E.; CATAI, R. E. Análise dos estudos de mapeamento dos níveis de pressão sonora e da avaliação do incômodo sonoro nas cidades de Maringá e Curitiba no estado do Paraná. **Acústica e Vibração**, n. 41, p. 21-28, 2009. ISSN 1983-442X.

ZHANG, Xu; BA, Meihui; KANG, Jian; MENG, Qi. Effect of soundscape dimensions on acoustic comfort in urban open public spaces. **Applied Acoustics**, v. 133, p. 73-81, 2018. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X17310447?via%3Dihub>.

Apêndice A – Modelo de fichamento de artigos selecionados

FICHAMENTO DE LEITURA DE ENSAIO E PENSAMENTO

ITENS	CONTEÚDO
Referência	<p>Neste espaço deverá ser colocada a referência conforme estabelecido pela ABNT.</p> <p>GUEDES, Italo César Montalvão; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracajú – Brasil. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 5, n. 2, p. 40-51, jul./dez. 2014.</p>
1. Título completo da obra	<p>O título da obra em um ou mais idiomas, igual a publicação, sendo obrigatório o título em inglês.</p> <p>Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracajú – Brasil.</p> <p><i>Acoustic map as tool for assessment of vehicular traffic noise in Aracaju – Brazil.</i></p>
2. Tema	<p>O que é abordado pelo autor?</p> <p>O presente artigo trata de estudo simulado sobre o uso de mapas acústicos como instrumento de avaliação do ruído de tráfego veicular em Aracajú, Brasil.</p>
2.1. Ideia central do autor	Estudar a aplicabilidade do mapa acústico.
2.2. Objetivo do autor	Verificar o uso do mapa acústico como instrumento de avaliação.
2.3. Objeto de estudo	Trecho de 1000 m de extensão da av. Augusto Franco, via arterial intraurbana de Aracajú (SE).
2.4. Palavras-chave	<p>Palavras-chave em um ou mais idiomas, igual a publicação, sendo obrigatório o título em inglês.</p> <p>Ruído Ambiental. Ruído de tráfego. Mapas acústicos. Simulação acústica.</p> <p><i>Environmental noise. Traffic noise. Acoustic maps. Acoustic simulation.</i></p>
3. Metodologia	Detalhar métodos e ferramentas utilizados na pesquisa.
4. Fragmentos	Retire do texto, trechos que podem contribuir com pesquisas futuras, bem como podem ser citadas em outros textos.
5. Conceitos	Caso houver conceituação, coloque o ponto e a abordagem feita pelo autor.
6. Comentários	Espaço direcionado para a colocação de questionamentos ou observações sobre o que foi destacado pelo autor.

Apêndice B – Lista de referências bibliográficas por ordem cronológica com acesso integral na RSL

- [1] MOURA-DE-SOUSA, Carolina; CARDOSO, Maria Regina Alves. Urban Noise in the City of São Paulo, Brazil: An Important Problem of Public Health. **Noise & health**, v. 4, n. 16, p. 57-63, 2002.
- [2] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; DINIZ, Fabiano Belisário; BARBOSA, William Alves Barbosa. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. **Applied Acoustic**, n. 63, p. 351-358, 2002. doi: 10.1016/S0003-682X(01)00052-4.
- [3] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Aspects of urban noise pollution in a large Brazilian city. **Noise & Vibration Worldwide**, v. 34, n. 10, p. 18- 22, 2003. doi: 10.1260/095745603322767400
- [4] ZANNIN, P.H.T.; SZEREMETTA, B. Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n.2, p. 683-686, 2003. doi: 10.1590/S0102-311X2003000200037
- [5] DINIZ, Fabiano Belisário.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Noise impact caused by electrical energy substations in the city of Curitiba, Brazil. **Science of The Total Environment**, n. 328, p. 23-31, 2004. doi: 10.1016/j.scitotenv.2004.02.007
- [6] DINIZ, Fabiano Belisário.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Calculation of noise maps around electrical energy substations. **Applied Acoustic**, v. 66, n. 4, p. 467-477, 2005. doi: 10.1016/j.apacoust.2004.08.004
- [7] PAZ, Elaine Carvalho da; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Estudo comparativo da percepção do ruído urbano. **Revista Saúde Pública**, v. 39, n. 3, p. 467-472, 2005. doi: 10.1590/S0034-89102005000300019
- [8] LACERDA, Adriana Bender Moreira de; MAGNI, Cristiana; MORATA, Thais Catelani; MARQUES, Jair Mendes; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 85-98, 2005. doi: 10.1590/S1414-753X2005000200005
- [9] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; SZEREMETA, Bani. Evaluation of Noise Pollution in Urban Parks. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 118, n. 1-3, p. 423-433, 2006. doi: 10.1007/s10661-006-1506-6
- [10] PINTO, Fernando de Noronha Castro; MARDONES, Maysa Moreno. Noise mapping of densely populated neighborhoods--example of Copacabana, Rio de Janeiro—Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 155, n. 1-4, p. 309-318, 2008. doi: 10.1007/s10661-008-0437-9

- [11] SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. **Science of the Total Environment**, v. 407, p. 6143-6149, 2009. doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.08.039
- [12] ZANQUETA, H. F. B.; PALHANO, E. A. DE Q.; RIBEIRO, C. S.; CANTIERI, E.; CATAI, R. E. Análise dos estudos de mapeamento dos níveis de pressão sonora e da avaliação do incômodo sonoro nas cidades de Maringá e Curitiba no estado do Paraná. **Acústica e Vibração**, n. 41, p. 21-28, 2009. ISSN 1983-442X.
- [13] RIBAS, Angela; SCHMID Aloisio; RONCONI, Eleusis. 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**, n. 21, p. 183-199, 2010.
- [14] CANTIERI, Eduardo; CATAI, Rodrigo Eduardo; AGNOLETTO, Rafael Antonio; ZANQUETA, Hugo Flávio Benassi; CORDEIRO, Arildo Dirceu; ROMANO, Cezar Augusto. Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba - PR. **Revista Produção Online**, v.10, n. 1, 2010. doi: 10.14488/1676-1901.v10i1.239
- [15] BRITO, F. A. C; COELHO, J. L. B. The Fortaleza noise mapping project - A tool for the strategies of knowledge and control of noise in the municipality and the new perception for the control of big music events. *In*: 20th International Congress on Acoustics 2010, ICA 2010 - Incorporating Proceedings of the 2010 Annual Conference of the Australian Acoustical Society. **Anais [...]**. Australia, 2010.
- [16] SOUZA, Léa Cristina Lucas de; GIUNTA, Mariane Benutti. Urban indices as environmental noise indicators. Computers, **Environment and Urban Systems**, v. 35, n. 5, p. 421-430, 2011. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2011.06.001
- [17] COSTA, Samuel; LOURENÇO, Roberto. Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 172, n.1-4, p.329-337, 2011. doi: 10.1007/s10661-010-1337-3
- [18] MARCHETTI, Marcio Catharin; CARVALHO, Marcia Siqueira de. Ruídos na cidade de Londrina - Paraná, Brasil, **Ra'e Ga**, v. 23, p.621-651, 2011. doi: 10.5380/raega.v23i0.24924
- [19] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; SANT'ANA, D. Q. de. Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project - A case study in Brazil. **Applied Acoustics**, v. 72, n. 8, p. 479-486. doi: 10.1016/j.apacoust.2010.09.014
- [20] GUEDES, Italo. C. Montalvão; BERTOLI, Stelamaris R.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Influence of urban shapes on environmental noise: A

- case study in Aracaju – Brazil. **Science Of The Total Environment**, v. 412-413, p. 66-76, 2011. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.10.018
- [21] JÚNIOR, Edson Benício Carvalho GARAVELLI, Sérgio Luiz; MAROJA, Armando Mendonça. Análise dos efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 4, p. 59-81, 2012. doi: 10.1590/S2238-10312012000400004]
- [22] PAZ, Elaine Carvalho da; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Avaliação da poluição sonora no Campus III – Campus Centro Politécnico e Campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR. **Ra'e Ga**, v. 26, p. 5-34, 2012. doi: 10.5380/raega.v26i0.30039
- [23] SCARIOT, Évely Mara; FILHO, Antonio Conceição Paranhos; TORRES, Thais Gisele; VICTÓRIO, Ana Cristina Budib. O uso de geotecnologias na elaboração de mapas de ruído. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.17, n. 1, p. 51-60, 2012. doi: 10.1590/S1413-41522012000100009
- [24] ARAÚJO, B.; CORTÊS, M.; DUARTE, A. B.; PINTO, D. Análise da acústica urbana no bairro de Lagoa Nova, Natal/RN. **Acústica e Vibração**, n. 44, p. 46-49, 2012. ISSN 1983-442X.
- [25] BUNN, Fernando. **Avaliação da Poluição Sonora Gerada pelo Tráfego Ferroviário na Cidade de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade federal do Paraná. Curitiba, 185 p., 2013.
- [26] FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian. **Poluição Sonora nos Principais Eixos Estruturais de Transporte da Cidade de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade federal do Paraná. Curitiba, 167 p., 2013.
- [27] ANSAY, Samuel Soares. **Estudo da poluição sonora através do mapa de ruído na implantação do novo campus universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 136 p., 2013.
- [28] SOARES, Patrícia Dias. **Avaliação da poluição sonora ambiental na parte noroeste da cidade de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 103 p., 2013.
- [29] GIUNTA, Mariane Benutti. **Análise de Modelagem de Previsão Acústica e Mapeamento Sonoro para a Cidade de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 170 p., 2013.
- [30] MENDONÇA, André Bressa Donato. **Relação entre Índices Urbanísticos da Forma Urbana e a Acústica Ambiental**. Dissertação

- (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 151 p., 2013.
- [31] ARAÚJO, Karina Clementino de. **Diagnóstico da poluição sonora na cidade de Recife – PE**. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 86 p., 2013.
- [32] MILANEZ, Mirre Liluz. **Análise do impacto ambiental sonoro com a implantação do trecho norte da linha verde em Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 126 p., 2013.
- [33] FLORENCIO, Debora Nogueira Pinto. **Mapeamento Acústico como ferramenta para Predição de Ruído Urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/ RN**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 145 p., 2013.
- [34] MENDONÇA, André B. D.; SURIANO, Marcia Thais; SOUZA, Léa Cristina Lucas de; VIVIANI, Eliane. Classes de quadras urbanas determinadas pelos níveis de ruídos. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 63-77, 2013. doi: 10.7213/urbe.05.002.SE05
- [35] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; ENGEL, Margret Sibylle; FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; BUNN, Fernando. Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. **Cities**, v. 31, p. 317-327, 2013. doi: 10.1016/j.cities.2012.09.008
- [36] BENTES, F. M.; HELENO, T. A.; SLAMA, J. G. Analysis of airport noise exposure around Viracopos International Airport using geographic information systems. **Journal of Air Transport Management**, v. 31, p. 15-17, 2013. doi: 10.1016/j.jairtraman.2012.11.001
- [37] ENGEL, Margret Sibylle; SEGUNDO, Emerson Hochsteiner de Vasconcelos; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Statistical analysis of a combination of objective and subjective environmental noise data using factor analysis and multinomial logistic regression. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment (SERRA)**, v. 28, p. 393-399, 2014. doi: 10.1007/s00477-013-0759-1
- [38] CASAS, W. J. P.; CORDEIRO, E. P.; MELLO, T. C.; ZANNIN, P. H. T. Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. **Journal of Science & Industrial Research**, v. 73, p.262-266, 2014.
- [39] VIANNA, Karina Mary de Paiva. **Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde da população**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. São Paulo, 145 p., 2014.

- [40] CORTÊS, Mariana M.; NIEMAYER, Maria Lygia. O potencial da utilização da ferramenta de mapa de ruído em diferentes escalas de análise. **Paranoá**, Brasília, n. 11, p. 87-98, 2014. doi: 10.18830/issn.1679-0944.n11.2014.12087
- [41] DINATO, Antônio Carlos; SCHAAL, Ricardo Ernesto. Simulação do ruído sonoro no entorno do aeroporto de Ribeirão Preto. **Journal of Transport Literature**, v. 8, n. 1, p. 285-303, 2014.
- [42] NETO, José R. de Lima; CARDOSO, Cláudio A. Impacto sonoro do aeroporto Santos Dumont/RJ: análise e medidas de controle. **Paranoá**, Brasília, n. 12, p. 115-124, 2014. doi: 10.18830/issn.1679-0944.n12.2014.12300
- [43] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; BUNN, Fernando. Noise annoyance through railway traffic – a case study. **Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 12 n. 14, p. 1-12, 2014. doi: 10.1186/2052-336X-12-14
- [44] PAZ, Elaine Carvalho da; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Evaluation of nighttime traffic noise - case study in the city of Curitiba, Brazil. **Ra'e Ga**, v. 31, p. 29-52, 2014. doi: 10.5380/raega.v31i0.30757
- [45] SOARES, Paulo; RIBEIRO, Rodrigo; SNTOS, Geanesson dos; CONSTANTINI, Amanda; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Spectral Analysis of noise around the Polytechnic Center Campus of Federal University of Paraná. **Ra'e Ga**, v. 32, p. 73-94, 2014. doi: 10.5380/raega.v32i0.35066
- [46] FIEDLER, P. E. K.; ZANNIN, P. H. T. Noise mapping as a tool for urban planning. **Journal of Science & Industrial Research**, v. 74, p. 114-116, 2015.
- [47] COSTA, Jhonatha Junio Lopes. **Monitoramento Ambiental dos Níveis de Pressão Sonora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Goiânia**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiânia, 118 p., 2015.
- [48] BESSA, Julio Cesar de Alencar. **Mapas de ruído para a cidade de Manaus-AM: proposta de metodologia e princípios gerais**. Dissertação (Mestrado Profissional em Processos Construtivos). Universidade Federal do Pará. Belém, 64 p., 2015.
- [49] SILVA, Edwin Francisco Ferreira. **Alterações no clima acústico nas vizinhanças de uma rodovia devido a implantação de um modal de transporte**. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de Brasília. Brasília, 115 p. 2015.
- [50] SANTOS, Geanesson Alberto de oliveira. **Avaliação da poluição sonora de tráfego nas proximidades de estações-tubo em diferentes áreas de zoneamento da cidade de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em

- Meio Ambiente Urbano e Industrial). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 111 p., 2015.
- [51] JERÔNIMO, C; SILVA, J.; DA SILVA, R. Modelagem matemática dos impactos extramuros do ruído produzido por uma Universidade em Mossoró-RN. **HOLOS**, v. 2, n. 31, p. 142-154, 2015. doi: 10.15628/holos.2015.2197
- [52] SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. A percepção dos praticantes de atividade física sobre a qualidade ambiental sonora dos parques públicos de Curitiba – Paraná. **Ra'e Ga**, v. 33, p. 7-43, 2015. doi: 10.5380/raega.v33i0.30969
- [53] BRESSANE, Adriano; MOCHIZUKI, Patricia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, Jose Arnaldo Frutuoso. Acoustic environmental zoning as strategy of management and control of the urban noise pollution. **Ra'e Ga**, v. 35, p. 147-168, 2015. doi: 10.5380/raega.v35i0.39831
- [54] SURIANO, Marcia Thais; DE SOUZA, Lea Cristina Lucas; DA SILVA, Antonio Nelson Rodrigues. Ferramenta de apoio à decisão para o controle da poluição sonora urbana. **Ciência & Saúde Coletiva, Cidade**, v. 20, n. 7, p. 2201-2210, 2015. doi: 10.1590/1413-81232015207.10792014
- [55] FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs - Noise maps and measurements. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 51, p. 1-9, 2015. doi: 10.1016/j.eiar.2014.09.014
- [56] FILHO, J. J. de S.; STEFFEN, J. L.; ANDREASI, W. A.; ZANNIN, P. H. T. Urban noise assessment based on noise mapping and measurements. **Canadian Acoustics - Acoustique Canadienne**, v. 43, n. 1, p. 1-12, 2015.
- [57] SANTOS, Fabiane Silva. **Veículo Leve sobre Trilhos: Simulação do impacto ambiental acústico em Brasília – DF**. Dissertação (Mestrado em Transportes) Universidade de Brasília. Brasília, 105 p., 2016.
- [58] PANETO, Greicikelly Gaburro. **O ruído do tráfego automotor e os espaços públicos na cidade: estudo de caso em Vitória, ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 142 p., 2016.
- [59] SOARES, Antonio Carlos Lobo; COELHO, J. Luis Bento. Urban park soundscape in distinct sociocultural and geographical contexts. **Noise Mapping**, v. 3, p. 232-246, 2016. doi: 10.1515/noise-2016-0016
- [60] BRESSANE, Adriano; MOCHIZUKI, Patricia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, Jose Arnaldo Frutuoso. Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 5, p. 1-11. 2016. doi: 10.1590/0102-311X00021215
- [61] BUNN, Fernando; FILHO, Marcus Manfrin Oliveira; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Impacto ambiental sonoro no trecho sul da linha verde

- na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. **Ra'e Ga**, v. 38, p. 7-34, 2016. doi: 10.5380/raega.v38i0.41165
- [62] BUNN, Fernando; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Assessment of railway noise in an urban setting. **Applied Acoustics**, v. 104, p. 16-23, 2016. doi: 10.1016/j.apacoust.2015.10.025
- [63] ROCHA, R. E.; BERTOLI, S. R. A acústica urbana e suas escalas de investigação. **Acústica e Vibração**, n. 48, p. 29-44, 2016. ISSN 1983-442X.
- [64] CORTÊS, M. M.; AGUIAR, F. M. Análise acústica do Parque do Aterro do Flamengo, RJ. **Acústica e Vibração**, n. 48, p. 63-74, 2016. ISSN 1983-442X.
- [65] ALVES, L. R.; BRASILEIRO, T. C.; ARAUJO, R. O.; FLORENCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D. Mapeamento da concentração de denúncias de Poluição Sonora em Natal/RN (Brasil) entre 2012 e 2015. **Acústica e Vibração**, n. 48, p. 75-82, 2016. ISSN 1983-442X.
- [66] OLIVEIRA, Felipe Luz de. **Mapeamento acústico e avaliação de ruído urbano no setor Marechal Rondon em Goiânia – GO**. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Processos Sustentáveis). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiânia, 100 p., 2017.
- [67] PRANGE, Sérgio Portela. **Impacto acústico causado pela operação do túnel de Charitas, Niterói**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 84 p., 2017.
- [68] BRASILEIRO, Tamires da Costa. **Mapeamento Sonoro: Estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/ PB**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 177 p., 2017.
- [69] TEIXEIRA, Amanda Cossich. **Avaliação da influência da poluição sonora na valoração de imóveis urbanos: estudo de caso em Maringá-PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 103 p., 2017.
- [70] RODRIGUES, Simone Velloso Carneiro. **Avaliação da poluição sonora oriunda dos ruídos veiculares na Linha Vermelha e a eficácia das barreiras acústicas existentes na mitigação dos impactos ambientais**. (Comunidade da Maré e o bairro de São Cristóvão –RJ). Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 92 p., 2017.
- [71] CARDOSO, Leonardo. The Politics of Noise Control in São Paulo. **Journal of Latin American Studies**, Cambridge University Press: Cambridge, v. 49, n. 1, p. 917-945, 2017. doi: 10.1017/S0022216X16001978
- [72] AMORIM, Adriana Eloá Bento; DURANTE, Luciane Cleonice; VILELA, Jhonatha Correia; CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio. Previsão do ruído ambiental urbano devido à implantação do Modal Veículo Leve sobre Trilhos

- (VLT) por meio de simulação computacional. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 4, p. 81-97, 2017. doi: 10.20435/inter.v18i4.1425
- [73] PRANGE, S. P.; TORRES, J. C. B. Noise impact of urban mobility changes: Charitas tunnel case study. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**. p. 208-216, 2017. doi: 10.12972/susb.20170018
- [74] BRITO, Luiz Antonio Perrone Ferreira de. A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1095-, 2017. doi: 10.1590/s1413-41522017152589
- [75] FLORENCIO, Debora Nogueira Pinto. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 209 p., 2018.
- [76] PALMA, Maykon Yvan. **O mapa de ruído como instrumento de planejamento: o caso da poluição sonora causada pelos automóveis no município de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade). Universidade de São Paulo, São Paulo, 115 p., 2018.
- [77] GUILHERME, Priscila Maria Gonçalves. **Exposição da População ao Ruído: considerações para a cidade de Sinop-MT**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade de Cuiabá - Unidade Beira Rio, Cuiabá, 58 p., 2018.
- [78] VIEIRA, Thomas Jeferson. **Avaliação da Poluição Sonora nos Campi Centro Politécnico e Jardim Botânico através de Medições e Mapas de Ruído**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 161 p., 2018.
- [79] CRUZ, Mauro Vieira. **Lei de Mapeamento Acústico da Cidade de São Paulo: ordenamento urbano e a gestão do ruído**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 259 p., 2017.
- [80] WICHERS, Michiel; IRAMINA, Wilson Siguemasa; ESTON, Sergio Medici; SILVA, Anna Luiza Marques Ayres da. Using a noise monitoring station in a small quarry located in an urban area. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, n. 40, p. 1-11, 2018. doi: 10.1007/s10661-017-6404-6
- [81] MAGIOLI, Flávia Benevides; TORRES, Julio Cesar Boscher. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 2, p. 400-413, 2018. doi: 10.1590/2175-3369.010.002.ao01
- [82] LOPEZ, G. A. P.; SOUZA, L. C. L. de. Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control. **Ambiente Construído**, Porto

- Alegre, v. 18, n. 4, p. 161-175, 2018. ISSN 1678-8621. doi: 10.1590/s1678-86212018000400299
- [83] ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; QUADROS, Ferdinando; OLIVEIRA, Felipe Luz de; NASCIMENTO, Eriberto Oliveira do. Evaluation of Environmental Noise Generated by Household Waste Collection Trucks. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 20, n. 4, 17 p., 2018. doi: 10.1142/S1464333218500102
- [84] YANAGIYA, Teddy K.; PIERRARD, Juan de Frias. Sensitivity map – A case study in São Paulo, Brazil. In: INTER-NOISE 2018 - 47th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Impact of Noise Control Engineering. **Anais [...]**. Chicago, 2018.
- [85] GEVÚ, N. V.; FERNANDES, W. C.; CORTÊS, M. M.; FAGERLANDE, G. C.; NIEMEYER, M. L. A. Mapa de ruído como ferramenta de diagnóstico e projeto. **Acústica e Vibração**, v. 33, n. 50, p. 93-106, 2018. ISSN 1983-442X.
- [86] SANTOS, Romulo Gustavo dos. **Modelagem dos níveis de pressão sonora em uma região central urbana de Goiânia/GO**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 196 p., 2019
- [87] ASSOFRA, Isabella Lago. **Análise dos Elementos Morfológicos com Ênfase no Ruído Urbano: O Caso do Bairro do Marco**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Pará. Belém, 89 p., 2019.
- [88] AMARILLA, Rosemara Santos Deniz. **Estudo de barreira acústica no controle de ruído em um campus universitário**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 193 p., 2019.
- [89] PAIVA, Karina Mary, CARDOSO, Maria Regina Alves; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. 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. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.041
- [90] MICHALSKI, R. L. X. N.; CAPARROZ, G. M. Avaliação sonora de espaços urbanos na área central de São Paulo: o caso da Avenida Ipiranga. **Acústica e Vibração**, v. 34, n. 51, p. 33-32, 2019. ISSN 1983-442X.
- [91] BRASILEIRO, T. C.; ALVES, L. R.; FLORÊNCIO, D. N. P.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D. Mapas de ruído: histórico e levantamento da atual produção brasileira. **Acústica e Vibração**, v. 34, n. 51, p. 33-48, 2019. ISSN 1983-442X.
- [92] SOUZA, Thaísa Barboza de. **Poluição sonora em um campus universitário: Quais os impactos na percepção e no comportamento dos usuários?** Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

- [93] SCHITTINI, Gabrielle Kaminski. **Avaliação objetiva e subjetiva do ruído ambiental do campus politécnico da UFPR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 163 p., 2020.
- [94] SOUZA, Thaísa Barboza de; ALBERTO, Klaus Chaves; BARBOSA, Sabrina Andrade. Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil. **Applied Acoustics**, v. 157, p. 1-11, 2020. doi: 10.1016/j.apacoust.2019.107023
- [95] WOSNIACKI, Giacomo Gustavo; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Framework to manage railway noise exposure in Brazil based on field measurements and strategic noise mapping at the local level. **Science of the Total Environment**, p. 1-14, 2021. doi: 10.4271/2020-36-0063
- [96] NASCIMENTO, Eriberto Oliveira do; OLIVEIRA, Felipe Luz de; OLIVEIRA, Lucas Nonato de; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. Noise prediction based on acoustic maps and vehicle fleet composition. **Applied Acoustics**, v. 174, p. 1-9, 2021. doi: 10.1016/j.apacoust.2020.107803
- [97] GEVÚ, Nayara; CARVALHO, Bianca; FAGERLANDE, Guilherme C. NIEMEYER, Maria Lygia; CORTÊS, Marina Medeiros; TORRES, Julio Cesar Boscher. Rio de Janeiro noise mapping during the COVID-19 pandemic period. **Noise Mapping**, v. 8, n. 1, p. 162-171, 2021. doi: 10.1515/noise-2021-0012

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	LOUREDO, Debora Nogueira	Planejamento de transporte urbano considerando o impacto da poluição sonora	1993	Instituto Militar de Engenharia
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BRAGA, Márcia Estrada	Avaliação da poluição sonora em áreas urbanas emitida pelos veículos automotores o caso da cidade do Rio de Janeiro	1997	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	VALADARES, Victor Mourthé	Ruído de Tráfego Veicular em Corredores de Transporte Urbano: Estudo de Caso em Belo Horizonte – MG	1997	Universidade Federal de Santa Catarina
Web of Science	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; DINIZ, Fabiano Belisário; CALIXTO, Alfredo; BARBOSA, Wiliam Alves	Envoronmental Noise Pollution in Residential Areas of the City of Curitiba	2001	Acta Acústica United whit Acustica
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BARROS, Carlos Jaques Oliveira	Sistemas de Apoio à Gestão Ambiental Urbana: o uso de sistemas de informação geográficos para monitoramento da poluição sonora	2001	Fundação João Pinheiro (Escola de Governo)
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SOUZA, Carolina Moura de	Ruídos Urbano: níveis de pressão sonora na cidade de São Paulo	2002	Universidade de São Paulo
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BORTOLI, Paulo Sérgio de	Análise da poluição sonora em zoneamentos distintos da cidade de Curitiba	2002	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Periódicos CAPES	SOUSA, Carolina Moura de; CARDOSO, Maria Alves.	Urban noise in the City of Sao Paulo, Brazil: An important problem of public health.	2002	Noise and Health
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Science Direct	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; DINIZ, Fabiano Belisário; BARBOSA, Wiliam Alves Barbosa.	Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil	2002	Applied Acoustic
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	MAIA, Marco Antonio Lopes	Contribuição ao mapeamento do ruído urbano na cidade de Porto Alegre	2003	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FILHO, Anastácio Pinto Gonçalves	Ânalise do Incômodo Causado pelo Ruído Urbano em Logradouros da Cidade de Feira de Santana, Bahia	2003	Universidade Federal da Bahia

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Periódicos CAPES e Scopus	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Aspects of urban noise pollution in a large Brazilian city	2003	Noise & Vibration Worldwide
Periódicos CAPES, Science Direct e Scielo	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; SZEREMETA, Bani.	Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil	2003	Cadernos de Saúde Pública
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SANTOS, Vadizio Soares dos	Avaliação da Poluição Sonora Provocada pelo Tráfego em um Parque Urbano Utilizando Ferramentas de Simulação e Geoprocessamento	2004	Universidade Federal da Bahia
Science Direct	DINIZ, Fabiano Belisário.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Noise impact caused by electrical energy substations in the city of Curitiba, Brazil	2004	Science of The Total Environment
Periódicos CAPES e Web of Science	DINIZ, Fabiano Belisário.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Calculation of noise maps around electrical energy substations	2005	Applied Acoustic
Periódicos CAPES e Scielo	PAZ, Elaine Carvalho da; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Estudo comparativo da percepção do ruído urbano	2005	Revista Saúde Pública
Periódicos CAPES e Scielo	LACERDA, Adriana Bender Moreira de; MAGNI, Cristiana; MORATA, Thais Catalani; MARQUES, Jair Mendes; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Ambiente urbano e percepção da poluição sonora	2005	Ambiente & Sociedade
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SANTOS, Aloizo Rodrigues dos	poluição sonora no perímetro urbano da cidade de Campo Grande, MS	2006	Universidade Anhanguera
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FRITSCH, Rodrigo Carlos	Avaliação de ruído urbano: o caso da área central de Passo Fundo – RS	2006	Fundação Universidade de Passo Fundo
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FREITAS, Ana Paula Meneghetti de	Estudo do impacto ambiental causado pelo aumento da poluição sonora em áreas próximas aos centros de lazer noturno na cidade de Santa Maria – RS	2006	Universidade Federal de Santa Maria
Periódicos CAPES e Web of Science	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; SZEREMETA, Bani.	Evaluation of Noise Pollution in Urban Parks	2006	Environmental Monitoring and Assessment

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SOUZA, José Antonio Alves de	Impacto de ruído de aeroportos em áreas vizinhas: estudo preliminar do aeroporto Comandante Rolim em Jundiá	2007	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	MARDONES, Maysa Daniela Moreno	Mapeamento dos níveis de ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, através de simulação computacional	2009	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	ARNDT, Lindsay Thais	Projeto de uma Base de Dados para um Sistema de Informações Geográficas: Mapeamento de Ruído Urbano	2009	Universidade Federal de Santa Catarina
Periódicos CAPES e Web of Science	PINTO, Fernando de Noronha Castro; MARDONES, Maysa Moreno.	Noise mapping of densely populated neighborhoods—example of Copacabana, Rio de Janeiro—Brazil	2009	Environmental Monitoring and Assessment
Revista SOBRAC	Zanqueta, H. F. B.; Palhano, E. A. de Q.; Ribeiro, C. S.; Cantieri, E.; Catai, R. E.	Análise dos estudos de mapeamento dos níveis de pressão sonora e da avaliação do incômodo sonoro nas cidades de Maringá e Curitiba no estado do Paraná	2009	Acústica e Vibrações
Web of Science	SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise	2009	Science of the Total Environment
Periódicos CAPES	RIBAS, Angela; SCHMID Aloisio; RONCONI, Eleusis.	Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos Setores Especiais Estruturais da cidade de Curitiba	2010	Desenvolvimento e Meio Ambiente
Periódicos CAPES	CANTIERI, Eduardo; CATAI, Rodrigo Eduardo; AGNOLETTO, Rafael Antonio; ZANQUETA, Hugo Flávio Benassi; CORDEIRO, Arildo Dirceu; ROMANO, Cezar Augusto.	Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba – PR.	2010	Revista produção online
Scopus e Web of Science	BRINTO, F. A. C; COELHO, J. L. B.	The 140eriam140140140 noise mapping project – A tool for the strategies of knowledge and control of noise in the municipality and the new perception for the control of big music events	2010	20 th International Congress on Acoustics 2010, ICA 2010 – Incorporating Proceedings of the 2010 Annual Conference of the Australian Acoustical Society

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Scopus e Web of Science	Rodrigues, F.; Schiavon, A. F.; Cocco, G. P. R.; Oliveira, P. H. S. de	Development of a urban traffic noise model: A case study in Brazil	2010	17 th International Congress on Sound and Vibration 2010, ICSV 2010
Scopus e Web of Science	BRITO, F. A. C.; COELHO, J. L. B.	The Fortaleza noise mapping project - A tool for the definition of noise action plans for the airport, the light rail system and the Ceará musical event	2010	17 th International Congress on Sound and Vibration 2010, ICSV 2010
Scopus	LISOT, A.; BERTOLI, S. R.; SOARES, P. F.	Deployment of the binary traffic in the city of Maringa, PR, Brazil: Assessment of the acoustic scenary by noise mapping	2010	39 th International Congress on Noise Control Engineering 2010, INTER-NOISE 2009
Scopus	MARQUES, C. S. D. P.; LESKI, J. R.; SOARES, P. F.; LISOT, A.	Mapping and analysis of traffic noise at an intersection in Umuarama-PR, Brazil	2010	39 th International Congress on Noise Control Engineering 2010, INTER-NOISE 2010
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SCHORNOBAY, Elaine	Poluição Sonora no Meio Ambiente Urbano: Perspectivas na Rua Gonçalves Chaves no município de Pelotas -RS	2011	Universidade Católica de Pelotas
Web of Science	MADRUGA, J. F. S.; GONCALVES, V. de S. B.; SILVA, L. B. da; SALTOS, R. de L. S. dos; MENESES, V. G. de	Comparative study and perceptive analysis of the effect of urban noise caused to population in the neighborhood of Torre in Joao Pessoa, Paraiba, Brazil	2011	SHO2011: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OCCUPATIONAL SAFETY AND HYGIENE
Periódicos CAPES e Science Direct	SOUZA, Léa Cristina Lucas de; GIUNTA, Mariane Benutti.	Urban 141eriam141 as environmental noise indicators	2011	Computers, Environment and Urban Systems
Periódicos CAPES, Scopus e Web of Science	COSTA, Samuel; LOURENÇO, Roberto.	Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil	2011	Environmental Monitoring and Assessment
Periódicos CAPES e Scopus	MARCHETTI, Marcio Catharin; CARVALHO, Marcia Siqueira de	Ruídos na cidade de Londrina – Paraná, Brasil	2011	Ra'e Ga
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Science Direct	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; SANT'ANA, D. Q. de	Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project – A case study in Brazil	2011	Applied Acoustics
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Science Direct	GUEDES, Italo. C. Montalvão; BERTOLI, Stelamaris R.; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Influence of urban shapes on environmental noise: A case study in Aracaju – Brazil	2011	Science Of The Total Environment

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	ENGEL, Margret Sibylle	Caracterização da Poluição Sonora, através de medições e mapeamento sonoros e entrevistas de percepção sonora na Linha Verde em Curitiba – Paraná	2012	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FILHO, Jucelino José de Souza	Avaliação do ruído urbano na cidade de Campo Grande – MS	2012	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	ANDRADE, Fernando Cunha de	Elaboração de um mapa de ruído para a região central de Curitiba e principais vias de acesso ao centro da cidade.	2012	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SOUZA, Danilo Fortuna Mendes de	Mapeamento Acústico do Ruído de Tráfego Rodoviário do Bairro Imbuí, Salvador, BA.	2012	Universidade Federal da Bahia
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	LESSA, Bruna Pereira do Valle	Avaliação de poluição sonora em assentamento informal – 142eriam de caso comunidade Santa Marta – RJ	2012	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Periódicos CAPES e Scielo	JÚNIOR, Edson Benício Carvalho GARAVELLI, Sérgio Luiz; MAROJA, Armando Mendonça.	Análise dos efeitos do ruído aeronáutico em zonas residenciais circunvizinhas ao Aeroporto Internacional de Brasília	2012	Journal of Transport Literature
Periódicos CAPES e Scopus	PAZ, Elaine Carvalho da; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Avaliação da poluição sonora no Campus III – Campus Centro Politécnico e Campus Jardim Botânico – da Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR	2012	Ra'e Ga
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Scielo	SCARIOT, Évely Mara; FILHO, Antonio Conceição Paranhos; TORRES, Thais Gisele; VICTÓRIO, Ana Cristina Budib.	O uso de geotecnologias na elaboração de mapas de ruído	2012	Engenharia Sanitária e Ambiental
Revista SOBRAC	Araújo, B.; Cortês, M.; Duarte, A. B.; Pinto, D.	Análise da acústica urbana no bairro de Lagoa Nova, Natal/RN	2012	Acústica e Vibrações
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BUNN, Fernando	Avaliação da Poluição Sonora Gerada pelo Tráfego Ferroviário na Cidade de Curitiba	2013	Universidade Federal do Paraná

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian	Poluição Sonora nos Principais Eixos Estruturais de Transporte da Cidade de Curitiba	2013	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	ANSAY, Samuel Soares	Estudo da poluição sonora através do mapa de ruído na implantação do novo campus universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	2013	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SOARES, Patrícia Dias	Avaliação da poluição sonora ambiental na parte noroeste da cidade de Curitiba	2013	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	GIUNTA, Mariane Benutti	Análise de Modelagem de Previsão Acústica e Mapeamento Sonoro para a Cidade de São Carlos – SP	2013	Universidade Federal de São Carlos
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	CORTÊS, Mariana Medeiros	Morfologia e qualidade acústica do ambiente construído: estudo de caso em Petrópolis, Natal/RN.	2013	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	MENDONÇA, André Bressa Donato	Relação entre Índices Urbanísticos da Forma Urbana e a Acústica Ambiental	2013	Universidade Federal de São Carlos
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	ARAÚJO, Karina Clementino de	Diagnóstico da poluição sonora na cidade de Recife – PE	2013	Universidade Federal de Pernambuco
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	MILANEZ, Mirre Liluz	Análise do impacto ambiental sonoro com a implantação do trecho norte da linha verde em Curitiba	2013	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FLORÊNCIO, Debora Nogueira Pinto.	Mapeamento Acústico como ferramenta para Predição de Ruído Urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/ RN	2013	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Periódicos CAPES e Scelo	MENDONÇA, André B. D.; SURIANO, Marcia Thais; SOUZA, Léa Cristina Lucas de; VIVIANI, Eliane	Classes de quadras urbanas determinadas pelos níveis de ruídos	2013	urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Periódicos CAPES, Web of Science e Science Direct	ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; ENGEL, Margret Sibylle; FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; BUNN, Fernando.	Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil	2013	Cities
Scopus	BENTES, F. M.; HELENO, T. A.; SLAMA, J. G.	Analysis of airport noise exposure around Viracopos International Airport using geographic information systems	2013	Journal of Air Transport Management
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	PAIVA, Karina Mary de	Poluição sonora no município de São Paulo: avaliação do ruído e o impacto da exposição na saúde da população	2014	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Periódicos CAPES	CORTÊS, Mariana M.; NIEMAYER, Maria Lygia.	O potencial da utilização da ferramenta de mapa de ruído em diferentes escalas de análise.	2014	Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo
Periódicos CAPES	GIUNTA, Mariene B.; SOUZA, Léa C. L.; VIVIANE, Eliane.	Sensibilidade de parâmetros de um modelo de cálculo para a simulação do ambiente acústico urbano	2014	Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo
Periódicos CAPES	DINATO, Antônio Carlos; SCHAAL, Ricardo Ernesto	Simulação do ruído sonoro no entorno do aeroporto de Ribeirão Preto	2014	Journal of Transport Literature
Periódicos CAPES	NETO, José R. de Lima; CARDOSO, Cláudio A.	Impacto sonoro do aeroporto Santos Dumont/RJ: análise e medidas de controle	2014	Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo
Periódicos CAPES	SHOEGIMA, Thiago França; FILHO, Alfredo Pereira de Queiroz.	Poluição sonora: estudo de caso do trânsito de veículos na subprefeitura de Pinheiros – São Paulo	2014	Confins
Periódicos CAPES, Web of Science e Scopus	ZANNIN, Paulo ; BUNN, Fernando.	Noise annoyance through railway traffic – a case study	2014	Journal of Environmental Health Science & Engineering
Periódicos CAPES e Scopus	PAZ, Elaine Carvalho da; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Evaluation of nighttime traffic noise – case study in the city of Curitiba, Brazil.	2014	Ra'e Ga
Periódicos CAPES e Scopus	SOARES, Paulo; RIBEIRO, Rodrigo; SNTOS, Geanesson dos; CONSTANTINI, Amanda; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Spectral Analysis of noise around the Polytechnic Center Campus of Federal University of Paraná	2014	Ra'e Ga
Web of Science	CASAS, Walter Jesus Paucar; CORDEIRO, Edivaldo Pellizzaro; MELLO, Tiago Chaves; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta	Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution	2014	Journal of Scientific & Industrial Research

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Web of Science	ENGEL, Margret Sibylle; SEGUNDO, Emerson Hochsteiner de Vasconcelos; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta	Statistical analysis of a combination of objective and subjective environmental noise data using factor analysis and multinomial logistic regression	2014	Stoch Environ Res Risk Assess
Scopus	DOS SANTOS, D. N.; SAAD, A. R.	Analysis of noise sound major airports in the surrounding area: A case study of the airport São Paulo International	2014	Espacios
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	COSTA, Jhonatha Junio Lopes	Monitoramento Ambiental dos Níveis de Pressão Sonora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Goiânia	2015	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BESSA, Julio Cesar de Alencar	Mapas de ruído para a cidade de Manaus-AM: proposta de metodologia e princípios gerais	2015	Universidade Federal do Pará
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SILVA, Edwin Francisco Ferreira	Alterações no clima acústico nas vizinhanças de uma rodovia devido a implantação de um modal de transporte	2015	Universidade de Brasília
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	MELO, Wesley Candido de	Impacto sonoro provocado por polo gerador de viagem: Aeroporto Internacional de Brasília	2015	Universidade de Brasília
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SANTOS, Geanesson Alberto de oliveira	Avaliação da poluição sonora de tráfego nas proximidades de estações-tubo em diferentes áreas de zoneamento da cidade de Curitiba	2015	Universidade Federal do Paraná
Periódicos CAPES	JERÔNIMO, C; SILVA, J.; DA SILVA, R.	Modelagem matemática dos impactos extramuros do ruído produzido por uma Universidade em Mossoró-RN	2015	HOLOS
Periódicos CAPES e Scopus	FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Noise mapping as a tool for urban planning	2015	Journal Of Scientific & Industrial Research
Periódicos CAPES e Scopus	SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	A percepção dos praticantes de atividade física sobre a qualidade ambiental sonora dos parques públicos de Curitiba – Paraná	2015	Ra'e Ga
Periódicos CAPES e Scopus	BRESSANE, Adriano; MOCHIZUKI, Patricia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, Jose Arnaldo Frutuoso	Acoustic environmental zoning as strategy of management and control of the urban noise pollution	2015	Ra'e Ga
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Scielo	SURIANO, Marcia Thais; DE SOUZA, Lea Cristina Lucas; DA SILVA, Antonio Nelson Rodrigues.	Ferramenta de apoio a decisão para o controle da poluição sonora urbana.	2015	Ciência & Saúde Coletiva

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Science Direct e Web of Science	FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs – Noise maps and measurements	2015	Environmental Impact Assessment Review
Scopus	Belderrain, M.L.R., Giunta, M.B., Vaidotas, R., Montemurro, W.	Noise mapping analysis to predict acoustic barriers along a new express highway in Sao Paulo, Brazil	2015	INTER-NOISE 2015 – 44th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering
Web of Science	FIEDLER, Paulo Eduardo Kirrian; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Noise mapping as a tool for urban planning	2015	Journal of Scientific & Industrial Research
Scopus	De Souza Filho, J. J.; Steffen, J. L.; Andreasi, W. A.; Trombetta Zannin, P. H.	Urban noise assessment based on noise mapping and measurements	2015	Canadian Acoustics – Acoustique Canadienne
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SANTOS, Fabiane Silva	Veículo Leve sobre Trilhos: Simulação do impacto ambiental acústico em Brasília – DF	2016	Universidade de Brasília
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	PANETO, Greicikelly Gaburro	O ruído do tráfego automotor e os espaços públicos na cidade: estudo de caso em Vitória, ES	2016	Universidade Federal do Espírito Santo
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	VIANNA, Karina Mary de Paiva	Veículo Leve sobre Trilhos: Simulação do impacto ambiental acústico em Brasília – DF	2016	Universidade de Brasília
Periódicos CAPES	SOARES, Antonio Carlos Lobo; COELHO, J. Luis Bento.	Urban park soundscape in distinct sociocultural and geographical contexts	2016	Noise Mapping
Periódicos CAPES, Web of Science e Scielo	BRESSANE, Adriano; MOCHIZUKI, Patricia Satie; CARAM, Rosana Maria; ROVEDA, Jose Arnaldo Frutuoso	Sistema de apoio à avaliação de impactos da poluição sonora sobre a saúde pública	2016	Cadernos de Saúde Pública
Periódicos CAPES e Scopus	BUNN, Fernando; FILHO, Marcus Manfrin Oliveira; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Impacto ambiental sonoro no trecho sul da linha verde na cidade de 146eriam146146, Paraná, Brasil	2016	Ra'e Ga
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Science Direct	BUNN, Fernando; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Assessment of railway noise in an urban setting.	2016	Applied Acoustics

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Scopus	SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Noise mapping of urban public parks	2016	Noise Pollution in Urban and Industrial Environments: Measurements and Noise Mapping
Scopus	VIANNA, K. M. de P.; CARDOSO, M. R. A.	Noise pollution, acoustic maps and health surveys: The case of the municipality of São Paulo, Brazil	2016	Nova Science Publishers, Inc.
Scopus	Villegas Vallejos, M.A., Trombetta Zannin, P.H.	Spectral overlap of traffic noise and acoustic signals by birds in an urban forest in Southern Brazil	2016	Nova Science Publishers, Inc.
Scopus	De Souza Filho, J. J.; Steffen, J. L.; Andreasi, W. A.; Trombetta Zannin, P. H.	Noise pollution in major urban centers	2016	Noise Pollution in Urban and Industrial Environments: Measurements and Noise Mapping
Revista SOBRAC	Rocha, R. E.; Bertoli, S. R.	A acústica urbana e suas escalas de investigação	2016	Acústica e Vibrações
Revista SOBRAC	Cortês, M. M.; Aguiar, F. M.	Análise acústica do Parque do Aterro do Flamengo, RJ	2016	Acústica e Vibrações
Revista SOBRAC	Alves, L. R.; Brasileiro, T. C.; Araujo, R. O.; Florêncio, D. N. P.; Araújo, V. M. D.; Araújo, B. C. D.	Mapeamento da concentração de denúncias de Poluição Sonora em Natal/RN (Brasil) entre 2012 e 2015	2016	Acústica e Vibrações
Web of Science	ENGEL, Margaret Sibylle; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta	Noise assessment of the area of a redesigned urban expressway based on noise measurements, noise maps and noise perception interviews	2017	Noise Control Engineering Journal
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	OLIVEIRA, Felipe Luz de	Mapeamento acústico e avaliação de ruído urbano no setor Marechal Rondon em Goiânia – GO	2017	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	PRANGE, Sérgio Portela	Impacto acústico causado pela operação do túnel de Charitas, Niterói.	2017	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BRASILEIRO, Tamires da Costa	Mapeamento Sonoro: Estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/ PB.	2017	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

(continua)

Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave, título e resumo

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	TEIXEIRA, Amanda Cossisch	Avaliação da Influência da Poluição Sonora na Valoração de Imóveis Urbanos: Estudo de Caso em Maringá-PR	2017	Universidade Estadual de Maringá
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	RODRIGUES, Simone Velloso Carneiro Rodrigues	Avaliação dos impactos ambientais causados pela propagação de ruídos urbanos tendo como foco a Linha Vermelha no bairro de São Cristóvão – RJ e a aplicabilidade da legislação ambiental no controle dessa degradação	2017	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Periódicos CAPES	CARDOSO, Leonardo	The Politics of Noise Control in São Paulo	2017	Journal of Latin American Studies
Scielo	AMORIM, Adriana Eloá Bento; DURANTE, Luciane Cleonice; VILELA, Jhonatha Correia; CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio.	Previsão do ruído ambiental urbano devido à implantação do Modal Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) por meio de simulação computacional	2017	Interações (Campo Grande)
Scopus	Prange, S. P.; Torres, J. C. B.	Noise impact of urban mobility changes: Charitas tunnel case study	2017	International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development
Scopus, Web of Science e Scielo	de BRITO, L. A. P. F.	The use of acoustic maps as noise identification tool in urban areas A utilização de mapas acústicos como ferramenta de identificação do excesso de ruído em áreas urbanas	2017	Engenharia Sanitária e Ambiental
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	FLORÊNCIO, Debora Nogueira Pinto.	Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN	2018	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	PALMA, Maykon Yvan	O mapa de ruído como instrumento de planejamento: o caso da poluição sonora causada pelos automóveis no município de São Paulo	2018	Universidade de São Paulo
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	GUILHERME, Priscila Maria Gonçalves	Exposição da população ao ruído: considerações para a cidade de Sinop-MT	2018	Universidade de Cuiabá

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	TAUFNER, Mariani Dan	Diagnóstico sonoro aeroportuário em unidades de ensino: estudo de caso do Aeroporto de Vitória-ES	2018	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	VIEIRA, Thomas Jeferson	Avaliação da Poluição Sonora nos Campi Centro Politécnico e Jardim Botânico através de Medições e Mapas de Ruído	2018	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	CRUZ, Mauro Vieira	Lei de Mapeamento Acústico da Cidade de São Paulo: Ordenamento Urbano e a Gestão do Ruído'	2018	Universidade São Judas Tadeu
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SANTOS, Diego Rosa dos	Elaboração de um mapa acústico para a cidade de São Luís utilizando geotecnologias	2018	Universidade Ceuma
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	LOZANO, Milena Rosa Lopes	Influência de diferentes coberturas de solo na propagação do ruído ambiental: uma proposta para redução dos níveis de poluição sonora	2018	Universidade Estadual paulista Júlio de Mesquita Filho (Botucatu)
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	OLIVEIRA, Jefferson Dias de	Efeito das áreas verdes na atenuação do ruído de tráfego de vias urbanas de Curitiba – Paraná	2018	Universidade Federal do Paraná
Periódicos CAPES e Web of Science	WICHERS, Michiel; IRAMINA, Wilson Siguemasa ; ESTON, Sergio Medici ; SILVA, Anna Luiza Marques Ayres da.	Using a noise monitoring station in a small quarry located in an urban area.	2018	Environmental Monitoring and Assessment
Periódicos CAPES	PENTEADO, Lucas; SOUZA, Léa de; CHRISTOFORO, André	Reverberation time as na indicator for noise maps	2018	Journal of Urban and Environmental Engineering
Periódicos CAPES, Web of Science e Scielo	MAGIOLI, Flávia Benevides; Julio Cesar Boscher Torres	Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ	2018	urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana
Scielo	LOPEZ, Guillermo Angel Perez; SOUZA, Léa Cristina Lucas de	Urban green spaces and the influence on vehicular traffic noise control	2018	Ambiente Construído
Scopus	Zannin, P.H.T.; Quadros, F.; De Oliveira, F.L.; Nascimento, E.O.D.	Evaluation of environmental noise generated by household waste collection trucks	2018	Journal of Environmental Assessment Policy and Management

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Scopus	Yanagiya, T.K.; De Frias Pierrard, J.	Sensitivity map – A case study in São Paulo, Brazil	2018	INTER-NOISE 2018 – 47 th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering: Impact of Noise Control Engineering
Revista SOBRAC	Gevú, N. V.; Fernandes, W. C.; Cortês, M. M.; Fagerlande, G. C.; Niemeyer, M. L. A.	Mapa de ruído como ferramenta de diagnóstico e projeto	2018	Acústica e Vibrações
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SANTOS, Romulo Gustavo dos	Modelagem dos níveis de pressão sonora em uma região central urbana de Goiânia/GO	2019	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	ASSOFRA, Isabella Lago	Análise dos Elementos Morfológicos com Ênfase no Ruído Urbano: O Caso do Bairro do Marco	2019	Universidade Federal do Pará
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	AMARILLA, Rosemara Santos Deniz	Estudo de barreira acústica no controle de ruído em um câmpus universitário	2019	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SOUZA, Daniel de Oliveira e	Avaliação do ruído aeroviário no entorno do aeroporto Bacacheri	2019	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SILVA, Caroline Amorim da	Avaliação dos efeitos combinados de ruído rodoviário e industrial através de mapeamento acústico	2019	Universidade Federal do Paraná
Scopus	Xavier Rego, B.; Caruso, G.; Holtz, M.; Carniel, H.	Characterization of the urban sound environment from commercial pedestrian streets: A first approach in São Paulo-Brazil	2019	Proceedings of the International Congress on Acoustics
Scopus e Science Direct	PAIVA, Karina Mary, CARDOSO, Maria Regina Alves; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta.	Exposure to road traffic noise: Annoyance, perception and associated factors among Brazil's adult population	2019	Science of The Total Environment

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Revista SOBRAC	Michalski, R. L. X. N.; Caparroz, G. M.	Avaliação sonora de espaços urbanos na área central de São Paulo: o caso da Avenida Ipiranga	2019	Acústica e Vibrações
Revista SOBRAC	Brasileiro, T. C.; Alves, L. R.; Florêncio, D. N. P.; Araújo, V. M. D.; Araújo, B. C. D.	Mapas de ruído: histórico e levantamento da atual produção brasileira	2019	Acústica e Vibrações
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	GRIEP, Rafael Priebe.	Avaliação das emissões acústicas antropogênicas no centro da cidade de Pelotas, RS, Brasil	2020	Universidade Federal de Pelotas
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	BEZERRA, Allan Rios	Geotecnologias Aplicadas a poluição sonora	2020	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SOUZA, Thaísa Barboza de	Poluição sonora em um campus universitário: Quais os impactos na percepção e no comportamento dos usuários?	2020	Universidade Federal de Juiz de Fora
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	SCHITTINI, Gabrielle Kaminski	Avaliação objetiva e subjetiva do ruído ambiental do campus politécnico da UFPR	2020	Universidade Federal do Paraná
Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES	WERNER, Gian Franco	Avaliação dos efeitos da poluição sonora na qualidade ambiental acústica	2020	Universidade do Vale do Itajaí
Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Science Direct	SOUZA, Thaísa Barboza de; ALBERTO, Klaus Chaves; BARBOSA, Sabrina Andrade.	Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil	2020	Applied Acoustics
Scopus	VALADARES V.M.; METZKER L.S.	Road traffic noise levels before and on Covid-19 Pandemic in Belo Horizonte City, Minas Gerais, Brazil	2020	Proceedings of 2020 International Congress on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2020
Scopus	DA ROCHA ALVES, L.; DA COSTA BRASILEIRO MENESES, T.; FLORÊNCIO, D.N.P.; DE ARAÚJO, V.M.D.; DE ARAÚJO, B.C.D.	Evaluation of the impact of vehicle traffic noise in communities: Comparative study on three highways in Brazilian northeastern	2020	Proceedings of 2020 International Congress on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2020

(continua)

**Apêndice C – Listagem de artigos selecionados com base nas palavras-chave,
título e resumo**

(continuação)

Plataforma de pesquisa	Autor(es)	Título da obra	Ano	Periódico
Scopus	BRASILEIRO-MENESES, T.; ARAUJO, R.; ARAUJO, K.; PINTO, A. B.; DA SILVA COSTA MORAIS, J. M.; DE ARAUJO, B. C. D.	Comparative study of urban noise between neighborhoods in João Pessoa, Brazil based on sound mapping	2020	Proceedings of 2020 International Congress on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2021
Scopus	WUNDERLICH, P.; HOLTZ, M.; PIERRARD, J. F.	Noise pollution in São Paulo: Actions towards public policies	2020	Proceedings of 2020 International Congress on Noise Control Engineering, INTER-NOISE 2022
Periódicos CAPES e Scopus	ROCA-BARCELÓ, Aina; NARDOCCI, Adelaide; AGUIAR, Breno Souza de; RIBEIRO, Adeylson G.; FAILLA, Marcelo Antunes; HANSELL, Anna L.; CARDOSO, Maria Regina; PIEL, Frédéric B.	Risk of cardiovascular mortality, stroke and coronary heart mortality associated with aircraft noise around Congonhas airport, São Paulo, Brazil: a small-area study	2021	Environmental Health
Periódicos CAPES, Scopus e Science Direct	WOSNIACKI, Giacomo Gustavo; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta	Framework to manage railway noise exposure in Brazil based on field measurements and strategic noise mapping at the local level	2021	The Science of the Total Environment
Periódicos CAPES, Scopus e Science Direct	NASCIMENTO, Eriberto Oliveira do; OLIVEIRA, Felipe Luz de; OLIVEIRA, Lucas Nonato de; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta	Noise prediction based on acoustic maps and vehicle fleet composition	2021	Applied Acoustics
Web of Science	Nayara Gevú, Bianca Carvalho, Guilherme C. Fagerlande, Maria Lygia Niemeyer, Marina Medeiros Cortês, and Julio Cesar Boscher Torres*	Rio de Janeiro noise mapping during the COVID-19 pandemic period	2021	Noise Mapping
Scopus	ASAFF Y.E.; CONRADT A.; FIORENTIN T.A.; BRAZ L.D.V.; SILVA G.G.	Comparison of Brazilian standards used for railway noise assessment	2021	SAE Technical Papers
Scopus e Science Direct	RAESS, M.; BRENTANI, A.; LEDEBUR DE ANTAS DE CAMPOS B.; FLUCKIGER B.; DE HOUGH K.; FINK, G.; ROOSLI, M.	Land use regression modelling of community noise in São Paulo, Brazil	2021	Environmental Research

*** as fontes destacadas em **negrito** no quadro acima não foram acessadas integralmente.

PESQUISA: POLUIÇÃO SONORA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: AVALIAÇÃO DO RUÍDO E O IMPACTO NA SAÚDE HUMANA

QUADRO FAMILIAR

Ordem	Nome	Idade	Sexo	Código familiar	Selecionado	Situação
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Código Familiar

1. Chefe
2. Cônjuge
3. Filho (a)
4. Irmão
5. Pais/sogros
6. Neto (a)
7. Tio (a)
8. Sobrinho (a)
9. Empregado (a)
10. Outro

Sexo

- M – masculino
F - feminino

Selecionado

- S – sim
N – não

Situação da entrevista

1. Realizada
2. Recusa
3. Ausência
4. Viagem
5. Retorno

ANEXO B – Questionários sobre poluição sonora (VIANNA, 2014)

QUESTIONÁRIO SOBRE POLUIÇÃO SONORA

Questionário nº: |_|_|_|_|

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Idade: _____

Sexo: () F () M

Estado Civil: () Solteiro () Casado () Separado/Divorciado () Viúvo

Endereço: _____

CARACTERÍSTICAS DA RESIDÊNCIA

1. Qual o tipo de moradia? () Casa () Apartamento Qual o andar? _____
() Outro _____

Existe jardim ou outro tipo de recuo na frente do prédio? () sim () não

1.a: Quantos quartos estão com a janela voltada para a rua? _____

1.b: Quantas salas estão com a janela voltada para a rua? _____

1.c: Quantas pessoas moram na residência (incluindo você)? _____

1.d: As janelas são anti-ruído? () sim () não

2. Há quantos anos você mora nesta residência? (colocar 0 se for menos de 1 ano) _____

PERCEPÇÃO QUANTO AO LOCAL DE RESIDÊNCIA

3. Indique (em média) os períodos do dia e da noite em que se encontra em casa.

3.1- Durante os dias de semana (horas) () O dia todo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

3.2- Aos fins de semana (horas): () O dia todo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

4. Você percebe ruídos quando está em casa?

Ruído de Carro? () sim () não

Ruído de Moto? () sim () não

Ruído de Avião? () sim () não

Ruído de Ambulância? () sim () não

Ruído de Vizinhança (bares, conversas e música alta)? () sim () não

4.1. Qual o ruído que mais te incomoda quando você está em casa?

() Carro

() Avião

() Moto

() Ambulância

() Vizinhança

() Nenhum

5. Quanto este ruído te incomoda? (Categoria de resposta A)

() não incomoda

() um pouco

() moderadamente

() muito

6. Você considera o ambiente onde mora: (Categoria de resposta B)

silencioso moderadamente ruidoso ruidoso

7. Existe algum período do dia em que percebe que o ruído é mais elevado?

Não, é sempre silencioso Sim, pela manhã (7h-13h) Sim, à tarde (14h-19h)

Sim, à noite (20h-06h)

8. Quando você está em casa, o ruído do tráfego: (Categoria de resposta A)

- Atrapalha a ver televisão?

Não um pouco moderadamente muito

- Provoca dificuldades em descansar/adormecer?

Não um pouco moderadamente muito

- Influencia a concentração em suas atividades?

Não um pouco moderadamente muito

- Interfere durante uma conversa?

Não um pouco moderadamente muito

9. Os ruídos da vizinhança te incomodam (bares, conversas e música alta)? (Categoria de resposta A)

Não um pouco moderadamente muito

10. Você diria que "está acostumado" com a intensidade do ruído do tráfego no seu local de residência?

Sim Não

11. Você trabalha fora de casa?

Sim Não (pule para a questão 14)

PERCEPÇÃO QUANTO AO LOCAL DE TRABALHO

12. Local de trabalho: _____

13. Indique (em média) os períodos do dia e da noite em que se encontra no trabalho?

13.1. Durante os dias de semana (horas) O dia todo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

13.2. Aos fins de semana (horas): O dia todo NÃO TRABALHA

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

14. Você considera que o seu ambiente de trabalho é ruidoso?

sim mais ou menos não

15. Você consegue identificar ruídos neste ambiente? (Ex: carros, motos, ambulâncias)

sim. Qual? _____ não (pule para a questão 16)

• Quanto este ruído te incomoda?

pouco moderado muito

• Os sons do ambiente em seu trabalho interferem na execução de suas tarefas?

não sim

• Os sons do ambiente externo fazem com que você feche as janelas ou portas?

não sim

• O ruído do tráfego te incomoda no local de trabalho?

não sim

• Quanto este ruído do tráfego te incomoda?

pouco moderado muito

• Você diria que "está acostumado" com a intensidade do ruído do tráfego em seu ambiente de trabalho?

não sim

PERCEPÇÃO AMBIENTAL

16. Você acha que o ruído pode ser considerado um problema ambiental?

não sim

17. Entre as questões ambientais abaixo, qual a que mais te preocupa nos dias atuais? (em ordem de prioridade, atribuir 1,2 ou 3 – Questões Ambientais)

Poluição da água Poluição do ar Poluição sonora Todos tem a mesma importância

EFEITOS NA SAÚDE

18. Na sua opinião, o ruído pode causar ou agravar algum problema de saúde?

não sim. Qual? _____

19. Dentre as alterações abaixo, quais você acha que se aplicam ao ruído? (Questões de saúde)

insônia/dificuldades de sono irritabilidade distração

problemas de coração alterações na produtividade dificuldades no aprendizado

perda auditiva ansiedade alterações hormonais

estresse dificuldades na comunicação

20. De maneira geral, como você considera a sua audição?

excelente/muito boa boa/regular ruim/muito ruim

21. Você já fez alguma vez um exame de audição (audiometria)?

não sim. Qual o resultado? normal alterado

22. Você possui alguma doença crônica? (ler as alternativas)

Hipertensão Diabetes Colesterol alto Asma/Bronquite Depressão

Outra _____

23. De maneira geral, como você considera a qualidade do seu sono?

- excelente/muito bom bom/regular ruim/muito ruim

24. Tem dificuldades para dormir?

- nunca às vezes sempre

25. Você toma medicamentos para dormir?

- nunca às vezes sempre

26. Você costuma acordar muito durante a noite?

- nunca às vezes sempre

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

25. Qual a sua relação com o chefe da família?

- chefe pai, mãe, sogra
 cônjuge irmão, irmã
 filho (a) outro _____

26. Qual seu grau de instrução?

- não alfabetizado ensino superior
 ensino fundamental pós-graduação
 Ensino médio

27. Qual a sua profissão? _____

28. Qual é o valor da renda familiar? (mostrar as opções)

- inferior a um salário mínimo (menos que R\$ 678,00)
 entre um e três salários mínimos (entre R\$678,00 e R\$2.034,00)
 entre quatro e dez salários mínimos (R\$2.712,00 e R\$ 6.780,00)
 mais que dez salários mínimos (acima de R\$ 6.780,00)

CATEGORIAS DE RESPOSTAS:

<p>Categorias de Resposta A:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não • Um pouco • Moderadamente • Muito 	<p>Questões de Saúde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insônia/dificuldades do sono • Irritabilidade • Distração • Problemas de coração • Alterações na produtividade • Dificuldades no aprendizado • Perda auditiva • Ansiedade • Alterações hormonais • Estresse • Dificuldades na comunicação
<p>Categorias de Resposta B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Silencioso • Moderadamente ruidoso • Ruidoso 	
<p>Questões Ambientais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poluição da água • Poluição do ar • Poluição da água 	

ANEXO C – Questionário de avaliação da percepção do ruído (PANETO, 2016)

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO RUÍDO

Favor marcar o local: Data **Horário**

Pt	Local	Referência	Bairro	Chegada	Saída
<input type="checkbox"/>	Oria de Camburi	Próx. Minuano	Jd. Penha		
<input type="checkbox"/>	Praça Philogomiro Lannes	Próx. Flash video	Jd. Penha		
<input type="checkbox"/>	Avenida Fernando Ferrari	Próx. Pedra Cebola	M. da Praia		
<input type="checkbox"/>	Av. Des. Dermerval Lirio	Próx. Pedra Cebola	M. da Praia		
<input type="checkbox"/>	Av. Isaac Lopes Rubim	Próx. Faculdade Estácio	Jd. Camburi		

GRUPO 1 – PERFIL

OBS.: Entrevistar apenas pessoas com mais de 18 anos

Marcar o sexo do entrevistado Fem Masc

1) Qual a idade do entrevistado? _____

2) Qual o nível de escolaridade? _____

3) Qual o bairro que reside? _____

Legenda escolaridade

Até 8 anos – 1º grau

De 8 a 12 anos – 2º grau

Mais de 12 anos – superior

GRUPO 2 – LOCAL

4) Com que frequência você vem a esta área pública?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Diariamente | <input type="checkbox"/> Algumas vezes por mês |
| <input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por semana | <input type="checkbox"/> Poucas vezes no ano |
| <input type="checkbox"/> 3 a 4 vezes por semana | <input type="checkbox"/> Esta é a primeira vez |
| <input type="checkbox"/> 1 vez por mês | |

Anotações: Outros

5) Em um dia normal que você vem ao local, quanto tempo permanece nele?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Menos de 15 minutos | <input type="checkbox"/> 2 horas a 3 horas |
| <input type="checkbox"/> 15 a 30 minutos | <input type="checkbox"/> 3 horas a 5 horas |
| <input type="checkbox"/> 30 a 60 minutos | <input type="checkbox"/> Mais de 5 horas |
| <input type="checkbox"/> 1 hora a 2 horas | <input type="checkbox"/> Não sei |

Anotações: Outros

6) O que você geralmente faz nesse local? _____

Vou listar algumas atividades e me diga se você pratica nesse local

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Alongamento | <input type="checkbox"/> Encontrar amigos | <input type="checkbox"/> Celebrações e piqueniques |
| <input type="checkbox"/> Caminhada | <input type="checkbox"/> Comer | <input type="checkbox"/> Sento para contemplação ou leitura |
| <input type="checkbox"/> Corrida | <input type="checkbox"/> Conversar | <input type="checkbox"/> Apenas passo pelo local |
| <input type="checkbox"/> Esportes de quadra | <input type="checkbox"/> Playground | <input type="checkbox"/> Outro |
| <input type="checkbox"/> Esportes de areia | <input type="checkbox"/> Caminhada com cachorro | |
| <input type="checkbox"/> Exercícios nos equipamentos de ginástica | <input type="checkbox"/> Skate | |

7) Quais motivos o levam a frequentar o local? _____

Vou listar algumas opções que possam descrever quais motivos o levam a frequentar o local (Marcar todas as aplicadas)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> É próximo à minha residência | <input type="checkbox"/> Estrutura, equipamentos |
| <input type="checkbox"/> É próximo ao meu trabalho | <input type="checkbox"/> Estacionamento |
| <input type="checkbox"/> Programas da Prefeitura | <input type="checkbox"/> Serviços disponíveis |
| <input type="checkbox"/> Pessoas conhecidas que frequentam | <input type="checkbox"/> Beleza do local |
| <input type="checkbox"/> Segurança | <input type="checkbox"/> Pouco poluído |

Anotações: Outros

GRUPO 3 – RUÍDO (USAR PLAQUINHAS)

8) Como você percebe o SOM AMBIENTE nesta área pública?

(Peça para a pessoa ouvir o som ambiente por 30 segundos)

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> muito agradável | <input type="checkbox"/> agradável | <input type="checkbox"/> desagradável | <input type="checkbox"/> muito desagradável |
| <input type="checkbox"/> muito agitado | <input type="checkbox"/> agitado | <input type="checkbox"/> calmo | <input type="checkbox"/> muito calmo |
| <input type="checkbox"/> muito empolgante | <input type="checkbox"/> empolgante | <input type="checkbox"/> monótono | <input type="checkbox"/> muito monótono |
| <input type="checkbox"/> muito quieto | <input type="checkbox"/> Quietos | <input type="checkbox"/> barulhento | <input type="checkbox"/> muito barulhento |

9) Durante sua visita com que frequência você ouviu os seguintes sons, e o quanto eles incomodaram você:

TIPOS DE SONS	Frequência da ocorrência					Incomodo percebido		
	Não ouvi nada	Ouvi pouco	Ouvi muito	Ouvi a todo momento	Não incomodou	Incomodou pouco	Incomodou muito	Incomodou excessivamente
A) SONS HUMANOS								
Pessoas conversando	<input type="checkbox"/>							
Crianças brincando	<input type="checkbox"/>							
Pessoas no aparelho celular	<input type="checkbox"/>							
B) SONS DA NATUREZA								
Vento nas árvores	<input type="checkbox"/>							
Som da água/mar	<input type="checkbox"/>							
Som de pássaros	<input type="checkbox"/>							
Som de cachorros	<input type="checkbox"/>							
Som de outros animais	<input type="checkbox"/>							
C) SONS MECÂNICOS								
Trânsito	<input type="checkbox"/>							
Avião	<input type="checkbox"/>							
Música alta	<input type="checkbox"/>							
Aparelhos de jardinagem	<input type="checkbox"/>							
Obrusção civil	<input type="checkbox"/>							
Outro:	<input type="checkbox"/>							

10) Indique o quanto você concorda com as seguintes afirmações

Afirmação:	Concordo Plenamente	Concordo parcialmente	Discordo parcialmente	Discordo Plenamente
Sou sensível ao som	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenho problemas de audição	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Música me perturba quando tento me concentrar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As vezes o som pode me dar nos nervos e me irritar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os sons presentes neste local são sons que eu esperava ouvir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O som ambiente nesta área combina muito bem com a paisagem visual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acredito que a interferência sonora possa ser prejudicial à minha saúde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O som ambiente não me incomoda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>