

FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA
XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Mapeamento de ruído do Centro do Rio de Janeiro: cenário anterior e durante a pandemia de Covid-19

Cortês, M. M.¹; Gevú, N. V.²; Carvalho, B. Q.²; Lima, F. O. B.²; Niemeyer, M. L.²; Torres, J. C. B.³

¹ Departamento de Arquitetura - DARQ, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil. marina.cortes@ufrn.br

² Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - PROARQ, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, {nayaragevu, biaoq.arq, felipeoliveira.arq, lygianiemeyer}@gmail.com

³ Programa de Engenharia Urbana - PEU, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, julio@poli.ufrj.br

Resumo

A pandemia do VÍRUS SARS-CoV-2 (COVID-19) mudou a rotina na maior parte do mundo. As restrições impostas por bloqueio, quarentena ou limitação de atividades não essenciais modificou a paisagem sonora urbana. O principal fator desta mudança foi a drástica redução do tráfego de veículos, reconhecidamente, o maior fator de poluição sonora nas cidades. Este artigo, apresenta as mudanças sonoras ocorridas durante o período pandêmico em parte do Centro do Rio de Janeiro. O recorte espacial foi definido por sua relevância histórica e econômica, caracterizada pelo alto adensamento construtivo e populacional, pelo tráfego intenso de veículos e pela elevada concentração de torres corporativas, que conformam cânions urbanos. A análise foi realizada a partir da comparação de mapas de ruído, elaborados com o software Predictor, dos cenários durante e anterior à pandemia. Para o cenário anterior foram usados dados de fluxo viário de pesquisas anteriores, combinados a informações obtidas no aplicativo web.trafi, que reúne dados de transporte público de toda a Cidade. Para o cenário da pandemia, procedeu-se à nova coleta de dados, em junho de 2020, quando o isolamento de pessoas e a distância social ainda estavam em alta no Rio, devido à medida de quarentena. Percebe-se que os níveis sonoros na região diminuíram bastante, principalmente nas vias coletoras e locais. Isto se deve, além da diminuição no tráfego viário, à falta das atividades humanas nas ruas locais e coletoras, aos comércios e serviços fechados. As vias arteriais também tiveram seus níveis sonoros reduzidos, mas em menor proporção, pois o tráfego de ônibus continuou bastante intenso. O trabalho também serve de registro e referência para estudos futuros de como uma parcela do Bairro se comportou durante este período atípico, o que foi alterado e como se deu a redução desses níveis sonoros.

Palavras-chave: poluição sonora, mapa de ruído, COVID-19.

PACS: 43.50.Rq, 43.50.Sr, 43.58.-e, 43.28.Hr.

Noise mapping of downtown Rio de Janeiro: scenario before and during the Covid-19 pandemic

Abstract

The SARS-CoV-2 VIRUS (COVID-19) pandemic has changed the routine in most parts of the world. The restrictions imposed by blocking, quarantining or limiting non-essential activities have modified the urban soundscape. The main factor of this change was the drastic reduction of vehicle traffic, recognizably, the biggest factor of noise pollution in cities. This article presents the sound changes during the pandemic period in part of downtown Rio de Janeiro. The spatial clipping was defined by its historical and economic relevance, characterized by the high density of construction and population, the heavy traffic of vehicles and the high concentration of corporate towers, which form urban canyons. The analysis was carried out by comparing noise maps, elaborated with the Predictor software, of the scenarios during and before the pandemic. For the previous scenario, road flow data from previous researches were used, combined with information obtained from the web.trafi application, which gathers public transport data from across the City. For the pandemic scenario, a new data collection was carried out in June 2020, when the isolation of people and social distance were still high in Rio, due to the quarantine measure. It is noticed that the sound levels in the region have decreased a lot, mainly in the collector and local streets. This is due, besides the decrease in road traffic, to the lack of human activities on local and collecting streets, to closed shops and services. The arterial roads also reduced their sound levels, but to a lesser extent, as bus traffic continued to be quite intense. The work also serves as a registration and reference for future studies of how a portion of the neighborhood behaved during this atypical period, what was changed and how these sound levels were reduced.

Keywords: noise pollution, noise mapp, COVID-19.



1. INTRODUÇÃO

A pandemia do vírus SARS-CoV-2 (COVID-19) mudou a vida das pessoas na maioria das cidades do mundo. A infecção por coronavírus começou em 2019, sendo reconhecida como uma pandemia global pela OMS em 11 de março de 2020. Devido ao seu alto potencial de contágio por contato interpessoal, o distanciamento social foi adotado como medida para reduzir a velocidade de transmissão. Diante das ações de quarentena e de isolamento social ocorridos durante este período, observou-se uma redução geral do ruído dada pela alteração no tráfego urbano e nas atividades humanas. A redução de ruído devido à quarentena foi percebida principalmente nas grandes cidades, onde a maioria das fontes sonoras que as pessoas estavam acostumadas a ouvir no ambiente urbano foi drasticamente reduzida ou cessada. A maior parte das atividades humanas ao ar livre e os trabalhos presenciais foram restringidos, o que diminuiu o deslocamento das pessoas. Esse impacto no sistema de transporte também alterou o panorama sonoro, pois trata-se da fonte sonora que mais contribui para o ruído urbano em geral [1, 2]. Além disso, durante a pandemia, quando o som residual diminuiu, as pessoas puderam ouvir sons que estavam “imersos” no ruído urbano ou que eram mascarados pelas principais fontes sonoras. Com um nível de som residual mais baixo, os eventos de ruído de pico ficam mais sensíveis e podem se tornar com mais frequência em um fator de incômodo.

Na cidade do Rio de Janeiro/RJ verificou-se, de forma semelhante, uma alteração no cenário acústico. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar as mudanças ocorridas no ambiente sonoro no Centro do Rio de Janeiro, comparando-o com um cenário não-pandêmico. Para essa avaliação foi realizado um estudo comparativo por meio de medições sonoras e da elaboração de mapas de ruído. Para o cenário anterior à pandemia, foram utilizados como base os dados de medições sonoras de artigos publicados em anos anteriores [3, 4], além de dados de fluxo de tráfego viário. Para o cenário durante a pandemia, foram realizadas coletas de dados, em junho de 2020, quando o isolamento de pessoas e o distanciamento social ainda estavam em alta no Rio, devido à medida de quarentena.

O Centro da cidade do Rio de Janeiro foi adotado para essa avaliação pois configura-se como um núcleo histórico, cultural, financeiro e administrativo da cidade, onde torres corporativas dividem o espaço com prédios históricos, museus, centros culturais, comércio e outras atividades. O intenso tráfego rodoviário, as atividades de serviços, comerciais e o maior fluxo de pessoas no bairro como um todo ocorrem principalmente durante a semana, nos dias de trabalho. Nos finais de semana, destacam-se as atividades culturais e de lazer, como os famosos “sambas” do Arco do Teles e da Rua do Ouvidor, que são pontuais e ocorrem com mais frequência à noite no centro histórico.

A Figura 1 apresenta o Centro do Rio de Janeiro, destacando em vermelho a área considerada para o estudo. A área possui cerca de 776 m^2 e é delimitada pelas Rua Primeiro de Março e Avenida Rio Branco, no sentido longitudinal, e pelas Avenida Presidente Vargas e Rua da Assembleia, no sentido transversal. A diversidade morfológica da área reflete 455 anos de história ao longo dos quais sucessivas intervenções marcaram a forma urbana, a arquitetura e até o perfil natural do terreno. Assim, inclui vários exemplos de edifícios históricos e culturais, bem como algumas das principais avenidas da cidade, marcos importantes na sua evolução urbana, além de famosas ruas pelas atividades culturais nelas desenvolvidas. A Rua Primeiro de Março, por exemplo, foi uma das primeiras ruas da cidade e um caminho-chave do Centro, ligada à história colonial, onde ainda permanecem várias construções arquitetônicas dos séculos XVII, XVIII e XIX. Já a Avenida Presidente Vargas foi projetada por Getúlio Vargas, à época em que era Presidente do Brasil, enquanto a cidade do Rio de Janeiro ainda era capital federal da nação. Além disso, o Centro do Rio de Janeiro sofreu diversas mudanças de infraestrutura para os eventos internacionais da Copa do Mundo (2014) e das Olimpíadas (2016), que afetaram sobremaneira toda a dinâmica populacional da cidade. Assim, ocorreu a inclusão do sistema de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), as mudanças nas linhas de ônibus da cidade, a demolição de um extenso viaduto na área portuária, a construção de novos túneis e a ampliação das principais ruas do Centro Histórico, alteraram claramente o caminho que os cidadãos usavam tanto com os

transportes públicos como os privados. Porém, se por um lado se ofereceu mais transporte público, a ampliação das ruas principais também trouxe mais veículos, principalmente os pesados.



Figura 1: Foto aérea do Centro do Rio de Janeiro, com destaque em vermelho para localização da área de estudo, seguido do mapa da área.

2. REDUÇÃO DO RUÍDO URBANO DURANTE A PANDEMIA

Embora as medidas descritas de isolamento social tenham imensas implicações sociais e financeiras, com efeitos adversos que serão sentidos por anos, houve também algumas consequências, não intencionais e muitas vezes positivas, em termos de poluição ambiental. Ao olhar para os estressores ambientais, a poluição do ar e a sonora são normalmente classificadas como os dois princi-

pais, em termos de impacto na saúde pública. De acordo com relatórios preliminares de centros de pesquisa e de agências governamentais de todo o mundo, ambos caíram significativamente durante o período de quarentena [5, 6].

Pode-se verificar também que diversas pesquisas apresentam essa redução dos níveis sonoros em vários locais do mundo. Em Londres, no Reino Unido, por exemplo, mesmo que as medidas de bloqueio implementadas não tenham sido particularmente rigorosas, quando comparadas com outros países, considerando 11 locais de amostras com gravações binaurais de curto período, foi observada uma redução média de 5,4 dB (L_{Aeq}) em todo o conjunto de dados, com redução média mínima de 1,2 dB e redução média máxima de 10,7 dB [6].

Através de um conjunto de dados de monitoramento de ruído urbano em Nova York, do projeto SONYC (*Sounds of New York City*), comparou-se o padrão de ruído durante a pandemia, em Abril de 2020, com o ruído no período “normal”, em Abril de 2019, registrando reduções de cerca de 6 dB, o que corresponde a uma redução de energia sonora de 4 vezes [7, 8].

No primeiro mês de *lockdown* na França, de março a abril de 2020, foi observada uma redução média de 7,6 dB (L_{den}) na rede rodoviária de Paris, com reduções de emissão de ruído na faixa de 60-90%. Além disso, os decréscimos foram mais acentuados na rede rodoviária intra-muros de Paris do que nos grandes eixos (Boulevard periférico, autoestradas, etc.) e maiores à noite (período das 22h00 às 6h00) do que durante o dia (período 6h às 22h) [9].

A *Acoucity*, centro de especialização em acústica ambiental e observatório do ambiente sonoro, investigou as mudanças no ambiente sonoro e sua percepção durante o período de bloqueio francês. A pesquisa combinou medições acústicas de longo prazo, mapeamento de ruído de grandes áreas, bem como o estudo da percepção sonora por meio de questionário estruturado *on-line*, com mais de 3.000 respostas. Observou-se reduções de 4 dB a 6 dB (L_{den}) para estações de monitoramento com ruído viário altamente predominante. Estes resultados foram usados para a elaboração de novos Mapas Estratégicos de Ruído, com ên-



fase no tráfego rodoviário, para as cidades de Lyon e Grenoble. Reduções mais significativas, de até 10 dB, foram identificadas em estações de medição com forte presença humana como praças ou em locais com tráfego ferroviário [10].

No estado do Rio de Janeiro, de acordo com um provedor de serviços de informação brasileiro - In-LoCo [11], quando a pandemia começou no Brasil, o índice de isolamento social no estado chegava a cerca de 25%. Atingiu o seu topo em 22 de março de 2020, com o valor de 64%. Posteriormente, entre abril e junho de 2020, esse índice se manteve de certa forma estável, em cerca de 50% e foi diminuindo lentamente até 35% no início de setembro do mesmo ano. O Índice de isolamento é uma ferramenta de medição, desenvolvida em conjunto pelas autoridades brasileiras e algumas empresas, com base no deslocamento das pessoas, de acordo com a localização do celular. O sistema consiste em um banco de dados georreferenciado que coleta a posição do celular pela triangulação da antena e avalia a proximidade e mobilidade entre as pessoas. Durante as medições realizadas para esta pesquisa, no dia 18 de junho de 2020, o índice de isolamento social foi de aproximadamente 40%. Isso significa que quase 60% da população do estado do Rio já estava em deslocamento e desenvolvendo atividades econômicas e sociais normalmente.

Além disso, o rigor das medidas de isolamento pode ser medido pelo índice de medidas legais de distanciamento social (IDS), que mede em uma escala de 0 a 10, o grau de restrição a atividades econômicas, sociais e culturais. No estado do Rio de Janeiro, é mostrado na Figura 2 que as medidas de distanciamento físico relativamente rigorosas foram adotadas inicialmente, na segunda metade de março de 2020. Estas ações foram mantidas até aproximadamente junho de 2020, mas antes disso, em meados de abril ocorreu uma diminuição do índice de isolamento social avaliado pelo InLoCo, o que demonstra um relaxamento progressivo e de forma voluntária nesse momento. Por outro lado, o número de óbitos, que no início do isolamento social se manteve mais estável, foi aumentando progressivamente, atingindo um pico no final de maio e em junho de 2020. Mais para o final do ano de 2020, o crescimento do número de novos casos e óbitos se deu em um contexto de menor rigor

das medidas de distanciamento físico - IDS, se comparado ao grau de rigor no início da primeira onda da pandemia [12].

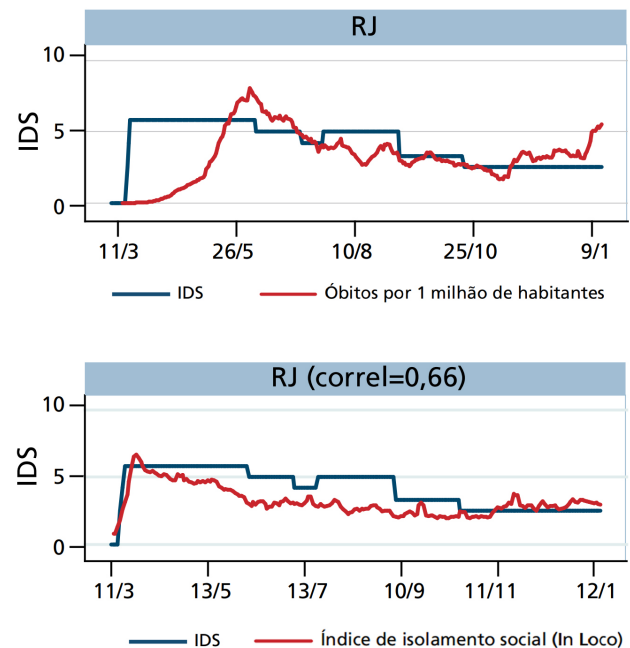


Figura 2: Número de novos óbitos em decorrência da Covid-19 em relação ao IDS (índice de medidas legais de distanciamento social) e índice de isolamento social (InLoCo) em relação ao IDS - período de 7 de março de 2020 a 15 de janeiro de 2021. [12]

3. MAPEAMENTO DE RUÍDO DOS CENÁRIOS

A fim de avaliar o impacto no cenário acústico, provocado pela quarentena no período de pandemia, devido as alterações de tráfego e das atividades humanas, no Centro da cidade do Rio de Janeiro, adotou-se neste trabalho a comparação de mapas de ruído. O mapeamento de ruído é uma representação gráfica do comportamento sonoro de uma determinada localidade, relacionando os dados quantitativos das fontes sonoras com um modelo virtual com características físicas do local. É uma importante ferramenta de diagnóstico acústico, pois auxilia na identificação de regiões silenciosas, com ruído excessivo ou com níveis sonoros superiores aos permitidos pelas normas e legislações. Apresenta-se, também, como um instrumento de gestão para o controle do ruído urbano, podendo auxiliar na criação de diferentes cenários futuros e prever o impacto de novas estruturas e atividades.

De acordo com o Relatório IMAGINE [13], o

mapeamento de ruído não é uma atividade nova e já vem sendo executada em vários países da Comunidade Europeia, desde a década de 1970. Apresenta-se continuamente desenvolvido e teve um grande impulso a partir dos projetos Europeus IMAGINE e HARMONOISE [13]. Desde junho de 2007, são exigidos mapas estratégicos de ruído nos países da União Europeia, pela Diretiva 2002/49/EC [14].

Apesar do estado da arte das pesquisas no Brasil, os métodos de simulação computacional de impacto sonoro não são exigidos nas legislações federais e são pouco presentes nas municipais. Brasileiro et al. [15] fazem um histórico e levantamento da produção brasileira de mapas de ruído, trazendo diversos exemplos como Belém/PA [16], Fortaleza/CE [17, 18], Natal/RN [19, 20] e São Paulo/SP [21], onde a Prefeitura do Município, em 2016, regulamentou a elaboração de mapa de ruído e, em 2018, publicou o Mapa de Ruído Urbano Piloto de uma determinada região da Cidade.

A fim de fornecer uma comparação de cenários, os dados coletados em 2019 [3, 4] foram usados para gerar o mapa de ruído do momento anterior à pandemia, enquanto o mapa de ruído no período da pandemia foi construído com base em dados obtidos em junho de 2020. Para ambos os cenários, o modelo geométrico foi criado com base em arquivos CAD do município e exportado para o *software* Predictor LimA Tipo 7810 (versão 9.10). Além disso, os dados de fluxo de veículos foram usados para inserir as potências acústicas, de acordo com o método ISO 9613.1/2-Road, para previsão de ruído. Além disso, as simulações consideraram grades de cálculo com espaçamento de 20×20m entre receptores.

Para ambos os cenários foram realizadas as medições acústicas, que seguiram os procedimentos da norma brasileira ABNT NBR 10.151 [22]. O descritor de nível sonoro avaliado foi o Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A e integrado em um intervalo de tempo T ($L_{Aeq,T}$).

Nesse trabalho não foram considerados o nível equivalente dia-noite (L_{dn}), representativo para um período de 24 horas, nem os níveis para períodos individuais com medições de longa duração,

como o L_d (para o período diurno) e o L_n (para o período noturno), devido à dificuldade de realizar medições de longa duração durante o período de pandemia e de distanciamento social. O equipamento utilizado foi um sonômetro classe 2 da marca KIMO Instruments, modelo DB200/CAL 200, com tempo de medição médio de 5 minutos. Além das medições, foram feitas contagem simultânea de veículos leves e pesados, para inserção no modelo de conversão de fluxo de veículos para potência sonora das vias.

Devido à relevância histórica e econômica da área analisada no Centro do Rio de Janeiro, estudos sobre o ruído já tinham sido realizados por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), nas Escolas de Arquitetura e Engenharia, antes da pandemia, com o objetivo de avaliar o clima sonoro sob diferentes perspectivas e propósitos [3, 4]. Assim, esses dados foram agrupados para elaboração do mapa de ruído com cenário anterior à pandemia, apresentando 12 pontos estratégicos de medições (Figura 3), na região de estudo. Os mesmos pontos foram utilizados para a nova campanha de medições em 2020, no período pandêmico.



Figura 3: Área de estudo, incluindo os pontos de medições de ruído e contagem de veículos.

Os dados de fluxo volumétrico do tráfego foram obtidos por contagem direta de veículos que passavam nas vias analisadas, por meio de inspeção visual e auxílio de contador manual, ao longo do tempo de registro das medições. Como já dito anteriormente, principalmente ao considerar diferentes trabalhos para a base de dados anterior à pandemia, as coletas foram realizadas em diferen-



tes períodos do dia sobre os pontos de localização indicados. Assim, dependendo do período de integração $L_{Aeq,T}$ em cada localidade, foi feita uma projeção do número médio de veículos por hora por proporção linear.

Além disso, principalmente para as vias arteriais e algumas coletoras, outras bases de fluxos de veículos foram buscadas, como os dados do *web.trafi - Rio*¹, relacionados com a circulação das linhas de ônibus e BRT (sistema de transporte coletivo do Rio), e os dados estatísticos para fluxo volumétrico de veículos de 2017 da CET-RIO (Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro) e do SINFRE-RJ (Sindicato dos Auditores Fiscais da Receita Estadual do Rio de Janeiro). Assim, foi necessário para esse estudo uma organização dos tipos de vias (serviços, locais, coletoras e arteriais), conforme apresentado na Figura 4.

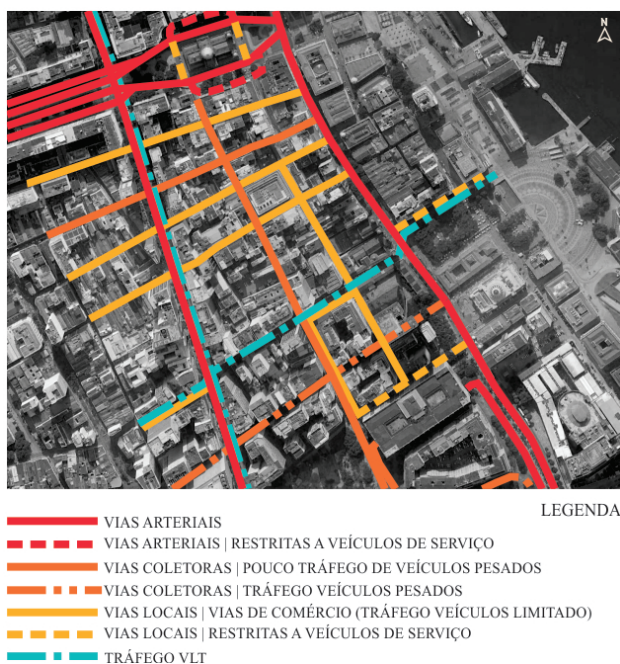


Figura 4: Mapa com tipos de vias

Nas vias de serviço, locais e algumas coletoras, que não tem circulação de ônibus, foram feitas uma projeção do número médio de veículos por hora por proporção linear, a partir da contagem de veículos nos pontos de medições. Os veículos foram categorizados em: motocicletas, veículos leves, caminhões leves e caminhões pesados. As vans foram incluídas na categoria de caminhões leves e os ônibus na categoria de caminhões pe-

sados. As velocidades das vias foram analisadas em relação à velocidade máxima permitida para cada tipo de via, congestionamentos e categoria de veículos. No geral, foi utilizado para vias arteriais e coletoras a velocidade do fluxo fixada em 50 km/h para motocicletas e veículos leves, enquanto que para caminhões leves e pesados, 40 km/h. Para as vias locais, 40 km/h para motocicletas e veículos leves e em 30 km/h para caminhões leves e pesados.

O ruído produzido VLT (Veículo Leve sobre Trilhos), por outro lado, não pôde ser simulado devido à pequena contribuição para o ruído geral e porque a norma ISO 9613.1/2-Road, disponível na versão do Predictor LimA, não contemplava o tráfego ferroviário. De toda forma, abordagens alternativas, como fontes lineares simulando o caminho do bonde, poderiam ter ser mais exploradas, mas se exigiria medições específicas para calibração, o que não era recomendado durante o período de pandemia.

O modelo do VLT utilizado é o “Citadis 402”, com sete seções, piso 100% rebaixado, fabricado pela empresa francesa Alstom e também disponível em diversas cidades como Bordeaux, Dublin, Grenoble, Lyon, Paris e Dubai. De acordo com a administração do consórcio VLT Carioca, a velocidade operacional média e máxima do bonde é de 15 km/h e 50 km/h, respectivamente. Esta baixa velocidade garante níveis de ruído muito baixos, incluindo o “ruído de rolamento”. Medições realizadas ao longo de 2016 e 2017, sobre os mesmos modelos de bonde e similares, para avaliar o ruído do trilho de moagem, mostram que o nível equivalente de banda larga, energeticamente médio ao longo de 2 anos (L_{Aeq}), é de cerca de 76 dB, a uma distância de 2 metros para uma velocidade de 30 km/h [23]. Este ruído é equivalente ou até inferior ao ruído emitido por um automóvel (veículo leve) no entorno. Portanto, a principal contribuição do ruído é dada pelos veículos leves e pesados na rua. O som mais “proeminente”, principalmente do sistema do VLT do Rio de Janeiro, é um toque de campainha para alertar os transeuntes, que remete ao som dos bondes antigos, do século XIX, durante o seu movimento.

As medições foram utilizadas para validação dos mapas, ou seja, os modelos acústicos simulados foram validados comparando-os com os $L_{Aeq,5min}$

¹<https://web.trafi.com/br/rio>

medidos, para cada cenário. As pequenas diferenças (de até 2 dB) encontradas entre a simulação e os dados medidos, conforme mostrado na Tabela 2 para pontos distribuídos sobre a área de estudo, sugerem que os mapas gerados são válidos e representativos de ambos os cenários.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A paisagem sonora do Centro do Rio de Janeiro (assim como da maioria de outros grandes centros urbanos) é consequência de vários anos de processo de urbanização equivocado, com muitas ruas estreitas, edifícios próximos uns aos outros, algumas ruas com edifícios altos com mais de 20 andares, uso de materiais acústicos reflexivos como o vidro e o concreto, falta de espaços livres e vegetação, promovendo uma paisagem sonora com predominância dos sons do tráfego de veículos, mas que conta também com os sons das atividades humanas e comerciais e em algumas ruas, como a Av. Rio Branco (Pontos D e L) e a R. Sete de Setembro (Ponto I), com o som do VLT e da sua campainha, remetendo aos bondes antigos.

Durante as medições no período de pandemia, observou-se uma redução considerável de pedestres e veículos. Algumas ruas locais estavam praticamente vazias, com quase todas as lojas de rua e galerias fechadas. Isso foi observado em ruas como do Ouvidor (Ponto H), do Carmo (Ponto F), da Quitanda (Ponto E) e Sete de Setembro (Ponto I - Figura 5), o que foi claramente refletido nas medições. Entretanto, em outras ruas, como a Av. Presidente Vargas, principalmente próximo à Igreja da Candelária (Ponto B), a Rua Primeiro de Março nos dois pontos de medição (Pontos G e J - Figuras 6 e 7) e em um dos pontos da Av. Rio Branco (Ponto L), ainda havia um número considerável de carros, comparado à situação fora da pandemia. Em geral, a média de contagem de tráfego revelou uma redução de fluxo de 52% em relação à contagem regular no período anterior a pandemia. Com isso, assumindo-se que a velocidade média não aumentou consideravelmente durante o período de pandemia, seria de se esperar uma redução de 3 dB, simplesmente utilizando o logaritmo da metade do número de veículos.

A tabela 1 mostra algumas características das vias nos pontos de medição e a Figura 8 apresenta

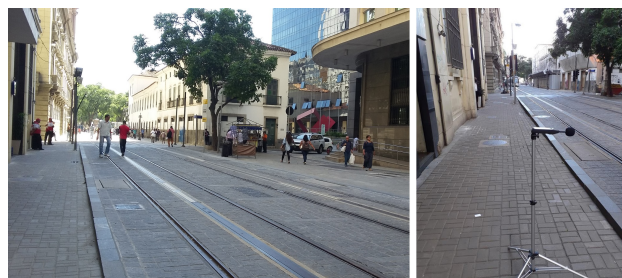


Figura 5: Rua Sete de Setembro (Ponto I) antes e durante a pandemia, respectivamente.



Figura 6: Rua Primeiro de Março (Ponto G) antes e durante a pandemia, respectivamente.



Figura 7: Rua Primeiro de Março (Ponto J) antes e durante a pandemia, respectivamente.

um gráfico com dados dos níveis de ruído equivalente coletados em 5 min ($L_{Aeq,5min}$) de medições, para os períodos anterior e durante a pandemia de COVID -19 e a diferença entre eles. Pode-se notar, de uma forma geral, que as menores diferenças entre os cenários foram obtidas nos pontos de localização A, B, G, J e L, formados por vias arteriais. A menor diferença ocorreu no Ponto B, na Praça em frente à Igreja da Candelária, que recolhe todo o fluxo de veículos da Rua Primeiro de Março e carros provenientes da Avenida Presidente Vargas. Durante a pandemia, este trecho praticamente não apresentou alterações no fluxo de tráfego, com número de veículos muito semelhante (aproximadamente 1600 veículos/hora). Este comportamento explica os mesmos níveis medidos no local. Os pontos A, D e L pertencem à Avenida Rio Branco, que compartilha um trecho de VLT com área de pedestres e um trecho com



fluxo de veículos. Para os pontos A, D, G, J e L, o nível de ruído reduziu entre 3 e 5 dB, o que está de acordo com a queda esperada de 50% do fluxo de tráfego nessas ruas.

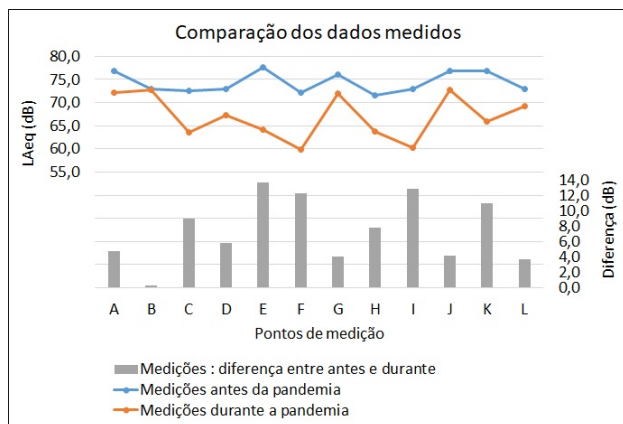


Figura 8: Comparação dos níveis sonoros medidos antes e durante o período de pandemia.

As maiores reduções sonoras ocorreram no centro da área de estudo, onde os pontos C, E, F, H, I e K estão situados. Nestes locais, o tráfego de veículos é muito pequeno, devido às ruas estreitas e em alguns casos, com passagem permitida apenas

para veículos em serviço. Portanto, o ruído predominante não estava relacionado ao trânsito, mas principalmente às atividades humanas. Antes da pandemia, havia vários vendedores ambulantes informais, pessoas andando, falando ao celular ou conversando e lojas com anúncios em alto-falantes. Durante o período de pandemia todas essas lojas estavam fechadas e quase ninguém ocupava as ruas, o que justifica a grande redução de 11 a 13 dB.

Esses valores também podem ser verificados na Tabela 2, onde apresenta os dados das medições, das simulações e as diferenças entre eles, para ambos os cenários, anterior e durante a pandemia.

Os mapas de ruído foram desenvolvidos para o período diurno, dia típico da semana e em período anterior e durante a pandemia de COVID-19, apresentados nas Figuras 9 e 10, respectivamente.

Ao comparar os mapas, observa-se que as principais vias de tráfego (vias arteriais) são responsáveis pelos níveis mais altos, como esperado. A diferença entre antes e durante a pandemia é uma redução no intervalo de 73-77 para 67-73

Tabela 1: Características das vias nos pontos de medições

(*) O ponto B fica na esquina de duas vias principais

Ponto	Nome	Número de vias	Número de trilhos VLT	Recobrimento do solo	Largura (m)	Tipo de via
A	Av. Pres. Vargas	7	-	Asfalto	35	Arterial Principal
B*	Av. Pres. Vargas	4	-	Asfalto	19	Arterial Secundária
		6	-	Asfalto	32	Arterial Principal
C	R. Buenos Aires	1	-	Asfalto	4	Coletora
D	Av. Rio Branco	3	2	Asfalto	18	Arterial Secundária
E	R. da Quitanda	1	-	Paralelepípedo	4	Local
F	R. do Carmo	1	-	Paralelepípedo	5	Local
G	Av. 1º de Março	4	-	Asfalto	18	Arterial Secundária
H	R. do Ouvidor	1	-	Paralelepípedo	4	Local
I	R. 7 de setembro	1	2	Pedra	8	Local
J	Av. 1º de Março	4	-	Asfalto	17	Arterial Secundária
K	R. da Assembléia	2	-	Asfalto	10	Coletora
L	Av. Rio Branco	3	2	Asfalto	18	Arterial Secundária

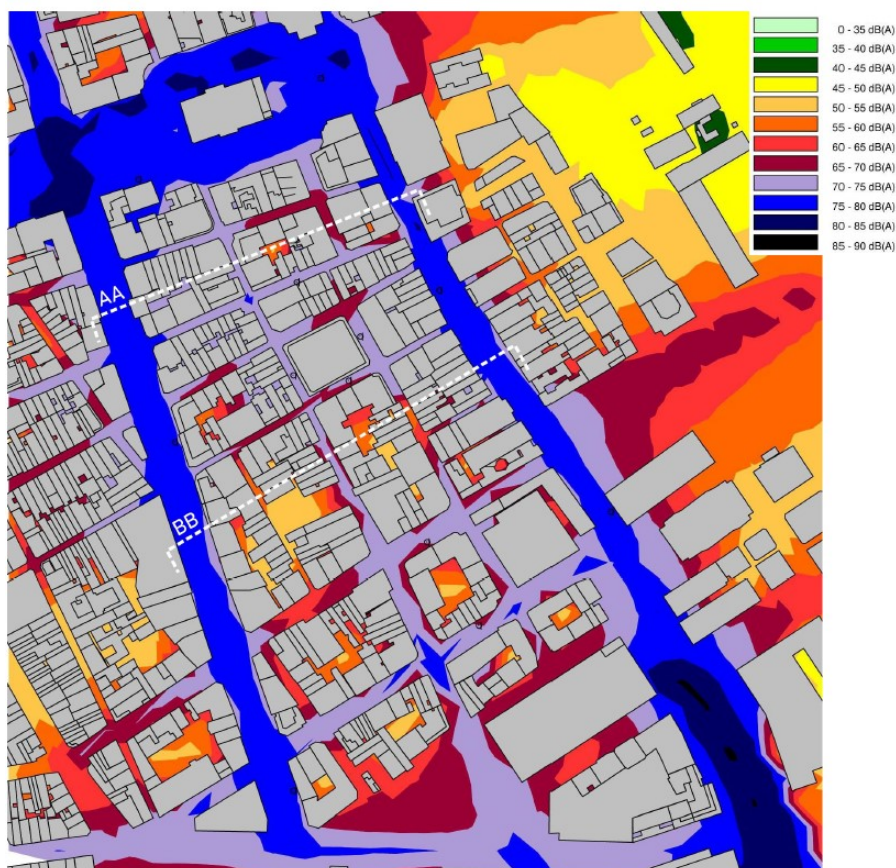


Figura 9: Mapa de ruído do cenário anterior à pandemia [24].

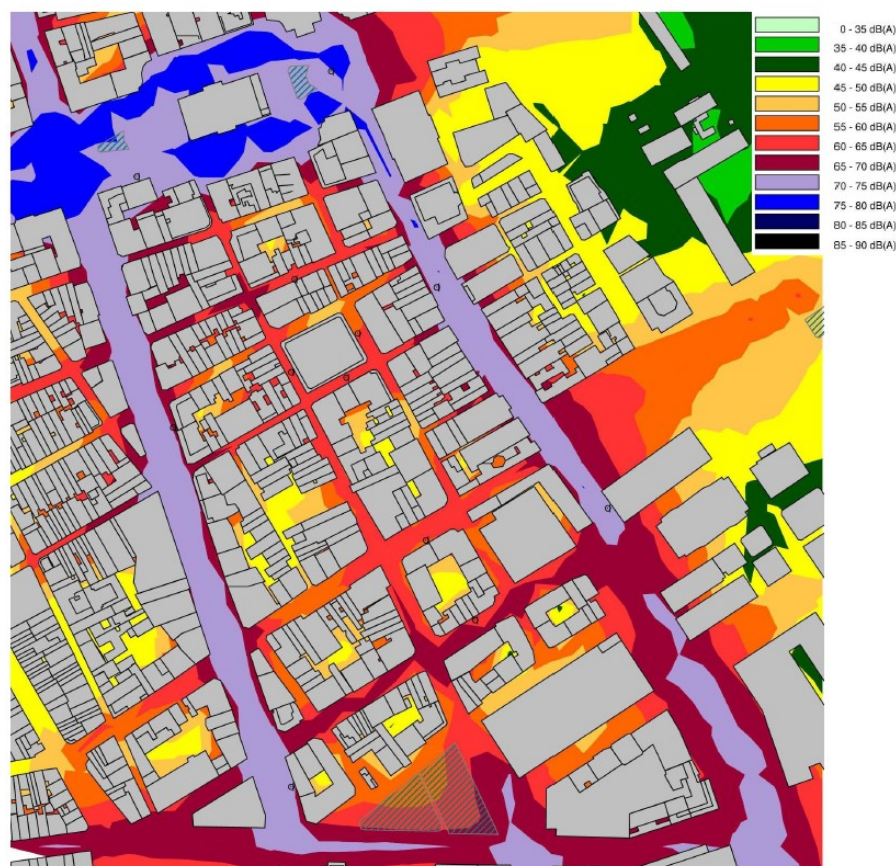


Figura 10: Mapa de ruído do cenário durante a pandemia [24].



Tabela 2: Comparação dos dados dos cenários anterior e durante a pandemia com valores das medições (M), simulações (S) e a diferença entre eles (D) [24].

Ponto	Antes da pandemia			Durante a pandemia		
	M	S	D	M	S	D
A	77	75	2	72	72	0
B	73	75	2	73	73	0
C	73	74	1	64	65	1
D	73	74	2	67	68	1
E	78	76	2	64	65	1
F	72	71	1	60	61	1
G	76	76	0	72	71	1
H	72	70	2	64	65	1
I	73	74	1	60	60	0
J	77	77	0	73	72	1
K	77	75	2	66	67	1
L	73	74	1	69	68	1

dB, diminuindo de 3 a 6 dB, em média, conforme observado na Tabela 2. Ao redor da Igreja da Candelária também houve uma redução, mas os níveis ainda estão entre 70 e 75 dB, o que se configura muito acima do limite de nível de pressão sonora indicado pela norma brasileira [22], assim como todos os pontos de medição antes e durante a pandemia, com exceção do ponto I, que atingiu o valor de 60 dB no período da pandemia. A ABNT NBR 10.151 [22] indica para área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas o limite de 60 dB. Percebe-se que praticamente apenas nos miolos de quadra é possível encontrar valores dentro do limite exigido pela norma.

Por outro lado, a área central formada pelas vias locais e coletoras, circundada pelas 3 vias arteriais, foi beneficiada em termos de ruído durante a pandemia, por uma redução do nível em cerca de 10 a 15 dB. Outra área beneficiada foi a Praça XV de Novembro (próximo do Ponto J), com um decréscimo entre 5 e 10 dB. O ruído do tráfego nesta praça é influenciado principalmente pela Rua Primeiro de Março e os edifícios que ali estão funcionam como uma barreira acústica. Nesta praça há um terminal de barcas, ligando o Centro da cidade do Rio de Janeiro até a cidade de Niterói, na outra dimensão da Baía de Guanabara. O ruído produzido pelos barcos não foi considerado em ambos os cenários, mas tendo em conta que o tráfego de barcos foi muito res-

trito durante a pandemia, a redução de ruído nesta área poderia ser ainda maior do que 10 dB. Em situações “normais”, o trânsito na Rua Primeiro de Março em frente à Praça XV de Novembro costuma ser bastante problemático, devido ao somatório da vazão do fluxo da Avenida Presidente Antônio Carlos (extensão natural da R. Primeiro de Março) com a Rua da Assembleia e dos ônibus saindo do edifício garagem, que teve seu fluxo reduzido durante a pandemia. Além disso, na praça em período anterior à pandemia, costuma haver feiras que atraíam muito público em geral e pedestres, que atravessavam a praça em direção ao terminal de barcas, cujos eventos foram suspensos, tornando-se mais um elemento de redução no fluxo de veículos e de pessoas na região.

As Figuras 11 e 12 apresentam os cortes transversais AA e BB da Figura 9, onde são utilizadas as mesmas cores para as legendas. É interessante notar pelos cortes a influência da morfologia do Centro da cidade, em relação à largura das ruas e altura dos edifícios, nos níveis sonoros. Os níveis mais altos correspondem à Avenida Rio Branco (do lado esquerdo das imagens) e à Rua Primeiro de Março (do lado direito das imagens). O ruído produzido nestas vias se propaga verticalmente e reflete nas fachadas. O cenário anterior à pandemia apresentou um nível de ruído variando de 73 a 77 dB, que era propagado para uma altura mais alta do que a altura dos edifícios. Durante a pandemia, a característica de propagação vertical do ruído é praticamente a mesma, exceto pelo nível de redução na fonte sonora, ou seja, na potência acústica das fontes lineares (vias). Na área central, as diferenças de ruído são bastante perceptíveis, comparados com as outras duas vias, devido ao efeito de barreira acústica promovida pelos edifícios da área e pelo menor fluxo viário. Tal proteção contra o ruído vale para ambos os cenários, bloqueando a maioria dos níveis sonoros que atinge as fachadas da área central.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretendeu analisar as mudanças sonoras ocorridas durante o período pandêmico em parte do Centro da cidade do Rio de Janeiro. O estudo foi realizado em local de relevância histórica, econômica e cultural. O mapeamento de ruído foi uma ferramenta utilizada para comparação dos

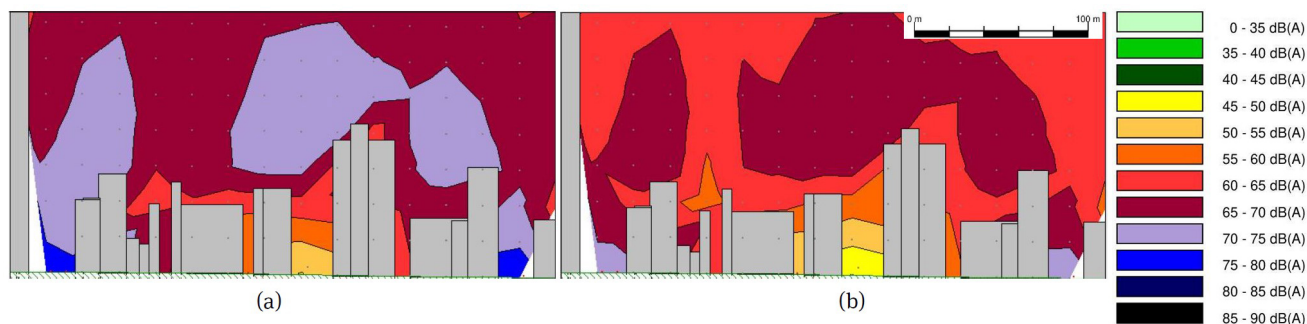


Figura 11: Corte AA, com cenário anterior à pandemia do lado esquerdo (a) e durante a pandemia do lado direito (b) [24].

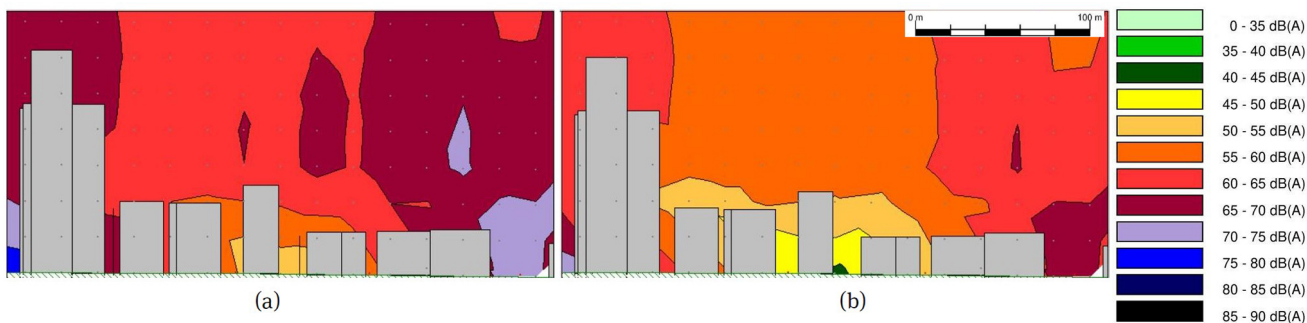


Figura 12: Corte BB, com cenário anterior à pandemia do lado esquerdo (a) e durante a pandemia do lado direito (b) [24].

cenários acústicos anterior e durante a pandemia de COVID-19, além de medições e dados de fluxo de veículos.

Durante uma das mais impactantes pandemias da história recente, o isolamento social levou a um novo cenário acústico para o Rio de Janeiro. O cenário anterior ao momento da pandemia foi reconstruído com base em medições anteriores, coleta de dados do *web.trafi - Rio* e do fluxo volumétrico de veículos da CET-RIO e do SINFRE-RJ. O cenário durante a pandemia foi construído com levantamento de dados durante o maior índice de isolamento social, em junho de 2020.

A análise comparativa mostrou dois padrões sonoros diferentes na região, que podemos dividir em: as áreas dominadas pelo tráfego (vias arteriais - Pontos A, B, D, G, J e L), onde o ruído do tráfego rodoviário é a fonte sonora dominante, com uma redução de 3 a 6 dB, em média, do cenário anterior para o durante a pandemia; e as áreas ativas (vias coletoras e locais - Pontos C, E, F, H, I e K) onde a atividade humana (também combinada com o tráfego no período anterior à pandemia) é o principal contribuinte para o ambiente acústico, onde apresentaram uma redução considerável de ruído, entre 10 e 15 dB. Antes da pandemia, es-

ses locais apresentavam intensa presença de vendedores ambulantes informais, pessoas andando, falando, lojas com anúncios e músicas em alto-falantes. Já durante a pandemia, todas as lojas estavam fechadas e havia pouca ocupação nas ruas, justificando essa significativa redução sonora.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Envirosuite Br. (anteriormente EMS Brüel & Kjaer) por fornecer o software Predictor para simulações. Além disso, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- [1] Agency, European Environment. *Environmental noise in Europe — 2020*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. ISBN 10.2800/686249.
- [2] Ouis, D. Annoyance from road traffic noise: a review. *Journal of Environmental Psychology*, 21(3):101–120, 2001. doi: [10.1006/JEVP.2000.0187](https://doi.org/10.1006/JEVP.2000.0187).
- [3] Barros, Felipe; Gevú, Nayara; Niemeyer e Lygia, M. Ruído de tráfego no centro histórico do rio de janeiro: a rua primeiro de março. Em *Anais do XV ENCAC e XI ELACAC*, João Pessoa, PB, 2019.
- [4] Cortês, Marina e Fontenelle, Marília. Impactos da



- reestruturação viária no centro do rio de janeiro sobre as condições de ruído urbano: avaliando um legado do projeto porto maravilha. Em *Anais do XV ENCAC e XI ELACAC*, João Pessoa, PB, 2019.
- [5] Aletta, F. e Osborn, D. The covid-19 global challenge and its implications for the environment – what are we learning. *UCL Open Environ*, 2, 2020. doi: [10.14324/111.444/ucloe.000008](https://doi.org/10.14324/111.444/ucloe.000008).
- [6] Aletta, F.; Oberman, T.; Mitchell, A.; Tong, H. e Kang, J. Assessing the changing urbansound environment during the covid-19 lock-down period using short-term acoustic measurements. *Noise Mapping*, 7:123–134, 2020. doi: [10.1515/noise-2020-0011](https://doi.org/10.1515/noise-2020-0011).
- [7] Bui, Q. e Badger, E. The coronavirus quieted city noise. listen to what's left., tech. rep. *The New York Times*, 2020. Disponível em: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/05/22/upshot/coronavirus-quiet-city-noise.html>.
- [8] Cartwright, M.; Mendez, A.; Cramer, J.; Lostonlen, V.; Dove, G.; Wu, H.-H.; Salamon, J.; Nov, O. e BELLO, J. Sonyc urban sound tagging (sonycust): A multilabel dataset from an urban acoustic sensor network. Em *Proceedings of the Detection and Classification of Acoustic Scenes and Events 2019 Workshop (DCASE2019)*, págs. 35–39, York University, NY, USA, Oct. 2019. Disponível em: <https://archive.nyu.edu/handle/2451/60776>.
- [9] BRUITPARIF. Effets du confinement puis du déconfinement sur l'environnement sonore en Île-de-france. *Bruitparif - Centre d'évaluation technique de l'environnement sonore en Île-de-France*, 2020.
- [10] Munoz, Patricio; Vincent, Bruno; Domergue, Céline; Gissinger, Vincent; Guillot, Sébastien; Halbwachs, Yann e Janillon, Valérie. Lockdown during covid-19 pandemic: impact on road traffic noise and on the perception of sound environment in france. *Noise Mapping*, 7:287–302, 2020. doi: [10.1515/noise-2020-0024](https://doi.org/10.1515/noise-2020-0024).
- [11] Covid-19 brazilianmap. <https://mapabrasileirodacovid.inloco.com.br/pt>. Acesso em: 2020-09-14.
- [12] Moraes, Rodrigo Fracalossi de. *Nota Técnica N. 31 - A segunda onda da pandemia (mas não do distanciamento físico): Covid-19 e políticas de distanciamento social dos governos estaduais no Brasil*. Dinte (Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais) IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), 2021. doi: <https://dx.doi.org/10.38116/ntdinte31>.
- [13] European Union, Publications Office. *IMAGINE: Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment. State of the Art - Deliverable 2 of the IMAGINE project*. AEA Technology Rail BV - AEAT NL, The address of the publisher, 2004. <http://www.imagine-project.org/>. Acesso em jun. 2022.
- [14] DIRETIVA 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. Official Journal of the European Communities, 2002.
- [15] Brasileiro, T. C.; Alves, L. R.; Florêncio, D. N. P.; Araújo, V. M. D. e Araújo, B. C. D. Mapas de ruído: histórico e levantamento da atual produção brasileira. *Acústica e Vibrações*, 34, n.51:33–47, 2019. ISSN 1983-442X. doi: [10.1515/noise-2020-0024](https://doi.org/10.1515/noise-2020-0024).
- [16] Moraes, E.; Simón, F.; Guimarães, L. e Moreno, A. Modelling the urban noise of the city of belém (brasil). Em *Proceedings of 19th International Congress on Acoustics. Anais...*, Madrid: Sociedad Española de Acústica, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10261/5291>.
- [17] Brito, F. e Coelho, B. The creation of the noise map of the city of fortaleza. Em *INTERNOISE*, 13., 2013. *Anais...*, Innsbruck: Institute of Noise Control Engineering, 2013.
- [18] Guedes, Ítalo Cesar Montalvão. *Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE)*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, 2005. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/>.
- [19] Florêncio, D. N. P. *Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN*. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25445>.
- [20] Cortês, Marina Medeiros. *Morfologia e qualidade acústica do ambiente construído: Estudo de caso em Petrópolis, Natal/ RN*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/798913.pdf>.
- [21] Qualidade Acústica, PROACÚSTICA (São Paulo) Associação Brasileira. Mapa piloto sp | mapa de ruído urbano - inad sp 2019. How it was published, 2018. Acesso em: 22 dez. 2019.
- [22] NBR 10151. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, out. 2019.
- [23] Byrne, S. Reductions in environmental noise emissions from dublin's light rail system following a rail grinding campaign on embedded track. Em *Proceedings of Euronoise 2018*, pág. 1423–1430, Creta, Grécia, 2018. Disponível em: https://www.euronoise2018.eu/docs/papers/238_Euronoise2018.pdf.
- [24] Gevú, Nayara; Carvalho, Bianca; Fagerlande, Guilherme C.; Niemeyer, Maria Lygia; Cortês, Marina M. e Torres, Julio Cesar B. Rio de janeiro noise mapping during the covid-19 pandemic period. *Noise Mapping*, 8:162–171, 2021. doi: [10.1515/noise-2021-0012](https://doi.org/10.1515/noise-2021-0012).