

# FIA 2020/22

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

Florianópolis, SC, Brasil

## Mapeamento sonoro do Núcleo Arquitetônico e Histórico de Manguinhos

Silva, S. L. S.<sup>1</sup>; Macedo, M. R. V.<sup>1</sup>; Torres, J. C. B.<sup>2</sup>; Brasileiro, T. C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Ambiências e Ergonomia, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, ambiencias@fiocruz.br;

<sup>2</sup> Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, julio@poli.ufrj.br;

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, tamarisbrasileiro@gmail.com.

### Resumo

Com a constante mutação das dinâmicas da cidade contemporânea, o conhecimento sobre as diversas fontes que compõem a paisagem sonora em que o patrimônio construído tombado está inserido é de fundamental importância para sua proteção e preservação cultural. Aspectos sensíveis da paisagem sonora integram a gama de subjetividades presentes nas “ambiências” de lugares históricos, influenciando de maneira positiva ou negativa a experiência do usuário. Em vista disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto sonoro rodoviário, principal fonte de incômodo em áreas urbanizadas, no Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos (NAHM) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), localizado na Zona Norte do Rio de Janeiro. A metodologia utilizada baseia-se no mapeamento sonoro a partir da contagem de veículos e medições do nível de pressão sonora. Os dados foram coletados no período de isolamento social devido à pandemia do Covid-19, favorecendo para a análise da contribuição do tráfego rodoviário, uma vez que o campus se encontrava com circulação de pessoas e funcionamento dos serviços reduzidos. Para avaliação níveis foram comparados aos níveis de referência estabelecidos pela norma ABNT NBR 10.151 e Organização Mundial de Saúde (OMS) para ambientes externos às edificações. Os resultados apontam para uma redução de cerca de 4 dB(A) ao cenário anterior à pandemia, entretanto ainda não atendem aos níveis preconizados pela norma. Este trabalho é parte da pesquisa de dissertação do Mestrado, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional de Projeto e Patrimônio da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), cujo tema é a requalificação acústica de um dos edifícios do NAHM, o Pavilhão Figueiredo de Vasconcellos, em conjunto com o projeto institucional “Estratégias para gestão do ruído e substâncias ototóxicas na Fiocruz” do Programa Fiocruz Saudável.

**Palavras-chave:** acústica ambiental, ruído urbano, mapeamento sonoro, Rio de Janeiro.

**PACS:** 43.50.Rq, 43.50.Vt, 43.50.Lj, 43.50.-x.

### Noise mapping of the Architectural and Historic Nucleus of Manguinhos

#### Abstract

With the constant mutation of the dynamics of the contemporary city, the knowledge about the diverse sources that compose the soundscape in which the built heritage is listed is of fundamental importance for its protection and cultural preservation. Sensible aspects of the soundscape integrate the range of subjectivities present in the “ambiences” of historical places, influencing the user experience in a positive or negative way. In view of this, the present work aims to evaluate the road noise impact, the main noise annoyance in urbanized areas, in the Architectural Historical Nucleus of Manguinhos (NAHM) of the Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), located in the North Zone of Rio de Janeiro. The methodology used is based on the sound mapping based on the count of vehicles and sound pressure level measurements. The data were collected during the period of social isolation due to the pandemic Covid-19, favoring the analysis of the contribution of road traffic, since the circulation of people and the operation of the services was reduced at the camp. Levels were compared to the reference levels established by the Standard ABNT NBR 10.151 and World Health Organization (WHO) for external environments in buildings. The results point to a reduction of about 4 dB (A) to the previous scenario of the pandemic, however they still do not reach the levels recommended by the standard. This work is part of the Master’s dissertation research, developed in the Professional Master’s Program of Design and Heritage of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), which is about the acoustic rehabilitation of one of the NAHM buildings, the Figueiredo de Vasconcellos Pavilion, in collaboration with the institutional project “Strategies for managing noise and ototoxic substances at Fiocruz” of the Fiocruz Health Program.

**Keywords:** environmental acoustics, urban noise, noise mapping, Rio de Janeiro.



## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) [1], a poluição sonora está em segundo lugar no ranking das poluições que causam maior impacto à população. O primeiro conceito a ser explorado na temática da acústica ambiental é a diferença entre som e ruído, esses conceitos estão diretamente relacionados pela qualidade dada pelo ouvinte, caso o som percebido seja indesejável é considerado ruído [2, 3].

O ruído provoca efeitos que vão além do incômodo, podendo causar efeitos extremos à saúde, como a perda auditiva. De acordo com o nível de pressão sonora ao qual o indivíduo está exposto, pode causar: dor de cabeça, tonturas, aumento da pressão arterial, taquicardia, dificuldade de concentração, distúrbios de aprendizagem, distúrbios do sono, irritabilidade, ansiedade, entre outros possíveis efeitos [4, 5]. Não precisa ser excessivamente alto para causar problemas, a OMS [5] define 50 dB(A) como limite de conforto para ambientes externos.

Em áreas urbanas, diversas podem ser as fontes de ruído: tráfego rodoviário, tráfego aeroportuário, indústrias, obras, eventos etc. O crescimento não sustentável das cidades tem agravado os efeitos nocivos do ruído à comunidade. Dentre todas as fontes de ruído urbanas, a que mais incomoda a população é o ruído de tráfego, gerado, especialmente pelos veículos automotivos, sejam estes leves ou pesados [6].

No contexto do patrimônio histórico tombado, vale ressaltar a contribuição de Gustavo Giovannoni (1873-1947) ao desenvolver o conceito de “ambiente” como algo mais amplo do que a área envoltória de um monumento ou de simplesmente “preservar perspectivas pitorescas”, referindo-se à composição do ambiente urbano como um organismo “pluripolar”, seja na escala da cidade ou do edifício [7].

Para Schaffer [8], o combate à poluição sonora unicamente pela diminuição do ruído é uma abordagem negativa, propondo o questionamento “Que sons queremos preservar, encorajar, multiplicar?”. A paisagem sonora é uma característica própria de cada lugar, constituída pelos diferentes eventos ouvidos, “é dinâmica, transformável e, assim, possível de ser aperfeiçoada”.

O objetivo ao tratar da qualidade acústica de ambientes históricos é assegurar o conforto dos usuários e garantir a perenidade do patrimônio construído, preservando sua ambiência histórica.

Coelho e Alarcão [9] definem mapas de ruído como representação das “distribuições espaciais de níveis sonoros”, tendo como finalidade ser um instrumento de análise. Ele permite uma visualização rápida e eficaz dos ambientes sonoros em espaços onde os usos do solo possam ter sensibilidade ao ruído e, como tal, ser afetados por emissões de ruído.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta mapeamento sonoro do Núcleo Arquitetônico Histórico de Manguinhos (NAHM) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no bairro de Manguinhos, Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, com o objetivo de avaliar o impacto do tráfego rodoviário no conjunto arquitetônico tombado. O estudo também faz uma análise temporal da redução de fluxo de veículos devido ao isolamento social durante a pandemia do Covid-19.

Este trabalho é parte da pesquisa de dissertação do Mestrado, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional de Projeto e Patrimônio da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), intitulada “Projeto de requalificação acústica para o Pavilhão Figueiredo de Vasconcellos da Fiocruz” [10], em conjunto com o projeto institucional “Estratégias para gestão do ruído e substâncias ototóxicas na Fiocruz”, popularmente conhecido como Projeto Ruído, do Programa Fiocruz Saudável.

### 1.1 Descrição da Área de Estudo

Inicialmente intitulada Instituto Soroterápico Federal, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) foi implantada, em 1900 no bairro de Manguinhos, Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. Segundo Oliveira [11], a atual configuração arquitetônica do campus de Manguinhos foi decorrente de três períodos históricos que podem ser classificados em: eclético (1900-1936), moderno (1937-1977) e contemporâneo (1977- atual). O NAHM, objeto de estudo, está neste primeiro período, compondo as primeiras edificações do campus (Figura 1).

O reconhecimento do valor histórico e artístico do núcleo embrionário da Fiocruz como patrimônio nacional aconteceu em 1981, com o tombamento



**Figura 1:** Núcleo arquitetônico original de Manguinhos. J. Pinto, 1910 [12].

pelo atual IPHAN de três edifícios presentes no conjunto eclético original: o Pavilhão Mourisco, a Cavaliária e o Pavilhão do Relógio [11]. Posteriormente, em 1986, a Fiocruz, em conjunto com o IPHAN, propôs nova poligonal de tombamento contemplando as antigas instalações da Fazenda Manguinhos, as edificações que foram erigidas entre 1904 e 1919 e jardins integrados, além de propor a preservação de extensa área verde. A poligonal traçada serviu de referência para o Plano Diretor do Campus de 1988 e para a definição pela própria instituição da área de preservação [13]. Como ilustrado na Figura 2, atualmente o campus é composto por três áreas [14]:

- Área de preservação paisagística: área densamente arborizada com edificações do período eclético e moderno, contando com edificações tombadas pelo IPHAN, INEPAC e preservadas pela COC;
- Área adensada: com grande parte das edificações construídas no período contemporâneo da Instituição voltado para atividades tecnológicas;
- Área de expansão.

Para o desenvolvimento do trabalho foram avaliados o fluxo de veículos em duas vias arteriais: Avenida Brasil e Linha Amarela. A primeira compõe o traçado da rodovia BR-101 e atravessa o *campus*, é nomeada Avenida Brasil apenas na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. A Linha Amarela, apesar de ter menor fluxo de veículos diário, também é uma importante via arterial cidade, conectando a Zona Oeste e a Zona Norte, e tem grande influência sobre o ambiente sonoro do *campus*, vide Figura 2.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, os critérios de controle de ruído em comunidades são estabelecidos pela Resolução nº

001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) [15] que dispõe critérios sobre a emissão de ruídos de quaisquer atividades e remete para os procedimentos de avaliação da NBR 10.151 [16], para avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, e ABNT NBR 10.152 [17], para avaliação do ruído em ambientes internos a edificações.

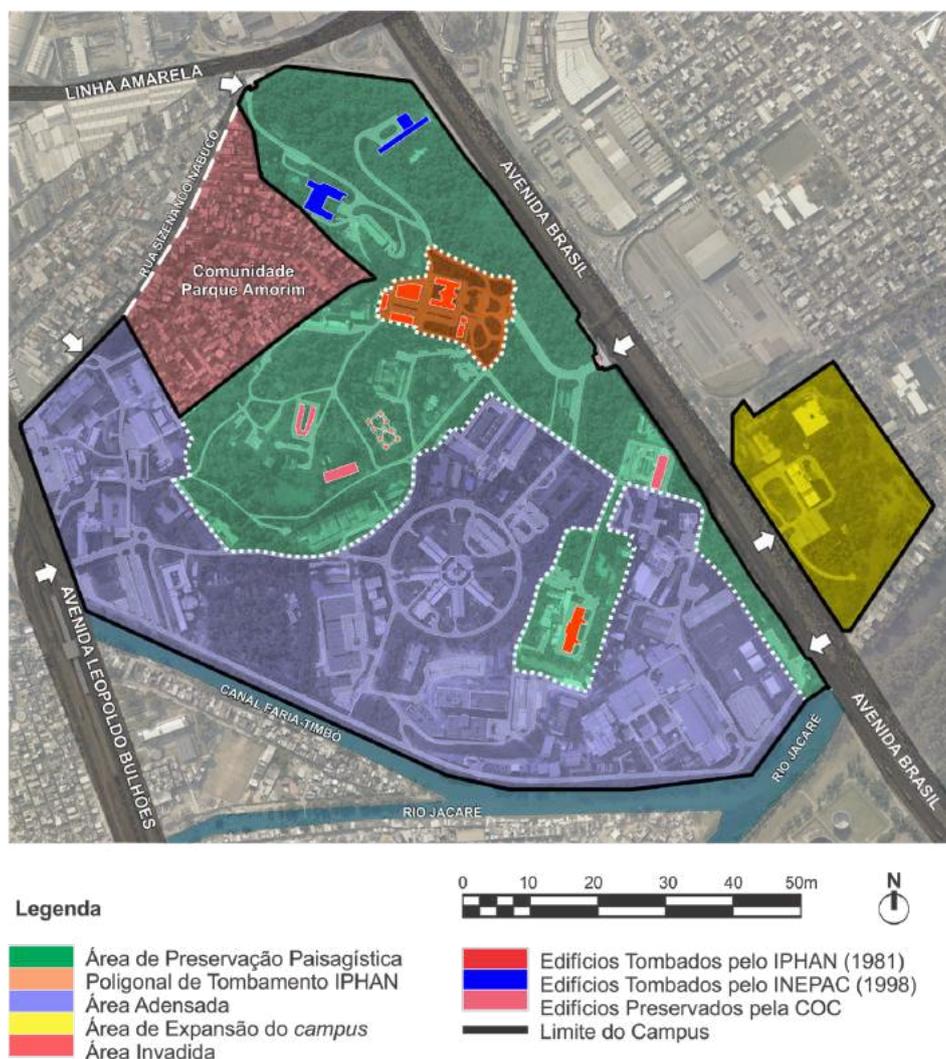
Não há uma política integrada para controle do ruído ambiental no Brasil. Compete aos municípios estabelecerem o ordenamento e a ocupação do solo e sua compatibilização com a NBR 10.151, cujo método de avaliação baseia-se na comparação do Nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A ( $L_{Aeq}$ ) medidos com os valores de referência ( $RL_{Aeq}$ ) segundo o zoneamento municipal de uso e ocupação do solo e o período (diurno e noturno).

O documento “Guidelines for Community Noise”, da OMS [5], destaca a importância do gerenciamento e controle de ruído em países em desenvolvimento, visto que em países desenvolvidos já realizam o controle de ruído das cidades há algumas décadas. A Diretiva Europeia 2002/49/EC [18], por exemplo, define o mapeamento de ruído obrigatório para cidades acima de 250 mil habitantes.

Destaca-se o mapeamento de ruído como ferramenta estratégica para elencar prioridades para direcionamento da gestão dos recursos no planejamento urbano. Segundo Comunidade Europeia [18], o mapa de ruído pode ser entendido como “um indicador de ruído”, demonstrando a ultrapassagem de qualquer valor-limite pertinente em vigor, o número de pessoas afetadas em determinada zona, o número de habitações expostas.

Na cidade do Rio de Janeiro, a Resolução SMAC n.º 198 [19], de 2002, determina que os níveis máximos de sons e ruídos resultantes do desenvolvimento de quaisquer atividades deverão obedecer aos preconizados pela ABNT NBR 10151 [16] e devem estar de acordo com os períodos e as zonas em que se divide o Município.

Segundo o zoneamento municipal [20, 21], o *campus* Fiocruz Manguinhos está situado em Zona Industrial 1 (ZI-1) para a qual os limites externos são de 70 dB(A) no período diurno e de 60 dB(A) no período noturno. Entretanto, ao analisar



**Figura 2:** Mapa de localização das edificações tombadas no campus de Manguinhos (retirado de Silva [10]).

o uso e ocupação do solo da região, observa-se a presença de grandes conjuntos habitacionais e favelas, além da Fiocruz que conta com uma gama de usos distribuídos no *campus*, dos quais destacam-se: cultural, administrativo, educacional, assistência em saúde, técnico-científico e por fim áreas para produção. Deste modo, para desenvolvimento deste trabalho, serão considerados como referência os níveis previstos para "Área mista, com vocação comercial e administrativa", para a qual os limites externos são de 60 dB(A) no período diurno e de 55 dB(A) no período noturno.

A OMS [5] define 50 dB(A) como limite de conforto para ambientes externos, além de classificar como nocivos à população os ruídos constantes acima de 55 dB(A), durante o período diurno. A Organização ainda afirma que níveis sonoros acima de 65 dB(A) podem causar efeitos negativos à população e, caso esse valor ultrapasse 85

dB(A), as consequências podem ser irreparáveis.

Para fins de planejamento urbano, a ABNT NBR 10.151 [16] destaca que as medições de Nível de Pressão Sonora (NPS) devem ser realizadas para as métricas  $L_{Aeq,T}$ , média logarítmica de todos os níveis sonoros equivalentes contínuos ponderada em A por integração no tempo T, e  $L_{AFmax}$ , nível máximo de pressão sonora ponderada em A e tempo de resposta F (*Fast*) obtido durante a medição. Destaca-se ainda a aplicação de métricas representativas de períodos completos para o desenvolvimento de mapas sonoros:

$L_D$ : Nível sonoro equivalente contínuo ponderado em A ( $L_{Aeq}$ ) para o período diurno (7h-22h).

$L_N$ : Nível sonoro equivalente contínuo ponderado em A por ( $L_{Aeq}$ ) para o período noturno (22h-7h).

$L_{DN}$ : Caracteriza o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A, no espectro

global, ( $L_{Aeq}$ ) para um período de 24h, com uma compensação para o período noturno.

### 3. METODOLOGIA DE ESTUDO

A metodologia da pesquisa envolveu as seguintes etapas: (1) definição da área de estudo; (2) aquisição de dados; (3) cálculo do mapa de ruído e validação do mapa de ruído; (4) avaliação dos resultados de acordo com normas específicas.

A coleta dos dados de fluxo de veículos na Avenida Brasil e Linha Amarela anteriores à pandemia foram levantados através dos dados disponibilizados no site da Companhia de Engenharia de Tráfego do RJ (CET-Rio) e da LAMSA, concessionária que administrava a Linha Amarela até setembro de 2020. Durante a pandemia, os dados foram coletados no período de 30/06/2020 até 05/08/2020, período com pouca movimentação de pessoas e veículos no campus da Fiocruz, realizando-se medições de NPS com o sonômetro *Larson Davis* modelo LxT1, Tipo 1, devidamente calibrado e filmagens com smartphone, para posterior contagem de veículos.

As medições seguiram os procedimentos recomendados pela NBR 10151 [16], com calibração do microfone dentro dos padrões determinados para o ensaio, posicionamento a 1,20 m acima do piso e afastado em pelo menos 2 m de superfícies refletoras, tais como paredes, muros. Os níveis sonoros foram registrados a cada 1 segundo na memória do sonômetro, possibilitando a exclusão de sons intrusivos, na função de cálculo automático do  $L_{Aeq}$  e  $L_{AFmax}$ .

Para gerar os mapas de ruído, é necessário o levantamento de uma série de dados referentes à área do estudo: parâmetros morfológicos (topografia, edificações e vegetação), meteorológicos, de tráfego (volume de veículos leves e pesados, velocidade média dos veículos).

Em relação aos parâmetros morfológicos, o cadastro paisagístico e arquitetônico do campus foi fornecido pela Coordenação-geral de Infraestrutura dos Campi (COGIC) em arquivo .cad, que foi georreferenciado no Qgis 3.10, *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto e, posteriormente, importado para o *SoundPlan* 8.2, *software* de simulação acústica desenvolvido pela empresa alemã *Braunstein* +

*Berndt GmbH*.

A coleta de dados de tráfego e medições de NPS durante a pandemia aconteceu no turno da manhã e tarde, compreendendo apenas o período diurno segundo a norma de referência [16], deste modo os mapas foram gerados na métrica  $L_D$ , nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderada em A, ( $L_{Aeq}$ ) para o período diurno.

Em seguida, realiza-se a comparação dos valores de ( $L_{Aeq}$ ) simulados para os receptores georreferenciados equivalentes aos pontos de medição para que a simulação seja validada. Adota-se como aceitável o desvio de  $\pm 4\text{dB(A)}$  entre o nível sonoro medido e o calculado, estabelecida pela WG - AEN [22] para mapas de ruído em zonas urbanas.

Por fim, foram simulados mapas de ruído a partir dos dados fornecidos para o ano de 2019 [23, 24]. Após a simulação de todos os mapas, os valores medidos e calculados para os receptores georreferenciados foram comparados aos valores de referência definidos pela NBR 10.151 [16] e OMS [5].

### 4. RESULTADOS

As medições de NPS foram realizadas em 12 pontos. Determinou-se o período de 10 minutos como tempo de coleta de amostras (medição de NPS e contagem de veículos) representativas dos horários a serem analisados.

Devido à dificuldade de visualização de todas as faixas da Avenida Brasil e Linha Amarela, e devido à falta de segurança às margens dessas avenidas, a contagem foi realizada a partir das filmagens realizadas no ponto A, em frente ao Pavilhão Arthur Neiva, e ponto H, no terraço do Pavilhão Mourisco no intervalo de aproximadamente 10 minutos. A Tabela 1 apresenta a contagem realizada, para posterior cálculo do volume médio de veículos ponderado para o período de 1 hora.

Segundo LAMSA [24], o fluxo de veículos leves representa cerca de 92% do volume diário, isso se justifica pela restrição de veículos de carga nos dois sentidos da Linha Amarela no período das 6h às 10h e das 17h às 20h, em dias úteis. A LAMSA não considera a circulação de motos pois não são veículos pagantes.

**Tabela 1:** Contagem de Veículos.

Ponto	Data	Turno	Logradouro	Sentido	Tempo de contagem	Veículos Leves	Veículos Pesados	Motos
H	06/07/2020	Manhã	Av. Brasil Canteiro Central	St. Cruz	00:10:01	400	71	26
H	07/07/2020	Tarde	Av. Brasil Canteiro Central	St. Cruz	00:10:21	439	65	47
H	06/07/2020	Manhã	Av. Brasil Canteiro Lateral	St. Cruz	00:10:01	292	67	34
H	07/07/2020	Tarde	Av. Brasil Canteiro Lateral	St. Cruz	00:10:21	350	54	47
A	30/06/2020	Manhã	Av. Brasil Canteiro Central	Centro	00:10:30	431	99	51
A	02/07/2020	Tarde	Av. Brasil Canteiro Central	Centro	00:11:00	379	62	37
A	30/06/2020	Manhã	Av. Brasil Canteiro Lateral	Centro	00:10:30	299	55	53
A	02/07/2020	Tarde	Av. Brasil Canteiro Lateral	Centro	00:11:00	361	51	48
H	06/07/2020	Manhã	Linha Amarela	Barra	00:10:01	653	41	67
H	07/07/2020	Tarde	Linha Amarela	Barra	00:10:21	698	27	40
H	06/07/2020	Manhã	Linha Amarela	Fundão	00:10:01	571	45	49
H	07/07/2020	Tarde	Linha Amarela	Fundão	00:10:21	554	42	36

O volume médio diário no 3º trimestre de 2020 foi de 82.261 veículos na Linha Amarela, uma redução de 29% ao ano anterior (115.222 veículos/dia). Vale ressaltar que o período com maior impacto causado pela pandemia foi o 2º trimestre de 2020, com uma redução de 47% em relação a 2019.

Segundo CET-Rio [25], 83% do volume diário de veículos está no período diurno, considerando-o de 7h às 22h como determinado pela NBR 10.151 [16]. Considerando o volume médio por hora calculado, estima-se o volume total diário de aproximadamente 187.051 veículos, uma redução de 11% em relação ao ano anterior (208.329 veículos/dia). Na cidade do Rio de Janeiro, a redução expressiva do volume de tráfego rodoviário durante a pandemia aconteceu no mês de março de 2020, período com restrições de trânsito intermunicipal e transporte público apenas para os trabalhadores de serviços essenciais, alcançando uma redução de até 80% do volume de veículos

em dias específicos [26].

A partir dos dados calculados, foram simulados os mapas de ruído equivalente para o período diurno  $L_D$  no cenário antes da pandemia, em 2019, e para o período de junho a agosto de 2020, durante a pandemia do Covid-19, respectivamente apresentados na Figura 3.

A Tabela 2 expõe os níveis sonoros equivalentes ( $L_{Aeq}$ ) resultantes das medições em campo, dos cálculos do *software* e a diferença entre eles. O desvio entre o nível sonoro medido e o simulado, estão no intervalo de  $\pm 4$ dB(A).

Na comparação entre as simulações realizadas para o período pré pandemia (2019) e durante a pandemia (2020), Tabela 3, observa-se uma diferença média nos receptores de +4,5 dB(A) em relação ao período de pandemia. Destacando o receptor G, com diferença de +6,3 dB(A).

Ao comparar os valores medidos e o simulados com os níveis estabelecidos pela NBR 10151

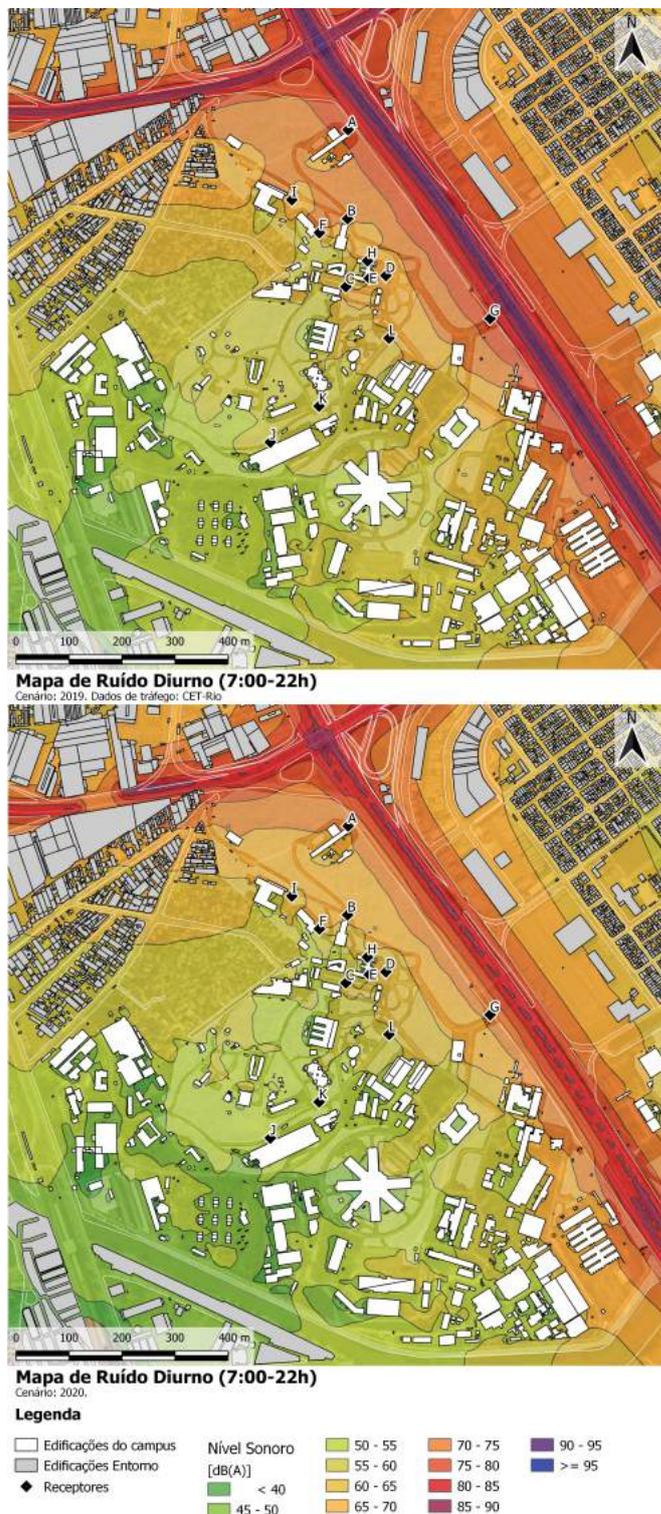
(60 dB(A)), Figura 4, pontua-se que, com exceção dos pontos J e K, que estão na parte mais central do *campus*, todos os outros pontos encontram-se fora do limite de conforto. Destacando-se os pontos próximos a Av. Brasil, A e G, e os pontos localizados no Terraço do Castelo, E e H, com uma diferença maior que +10 dB(A).

**Tabela 2:** Validação dados medidos e simulados.

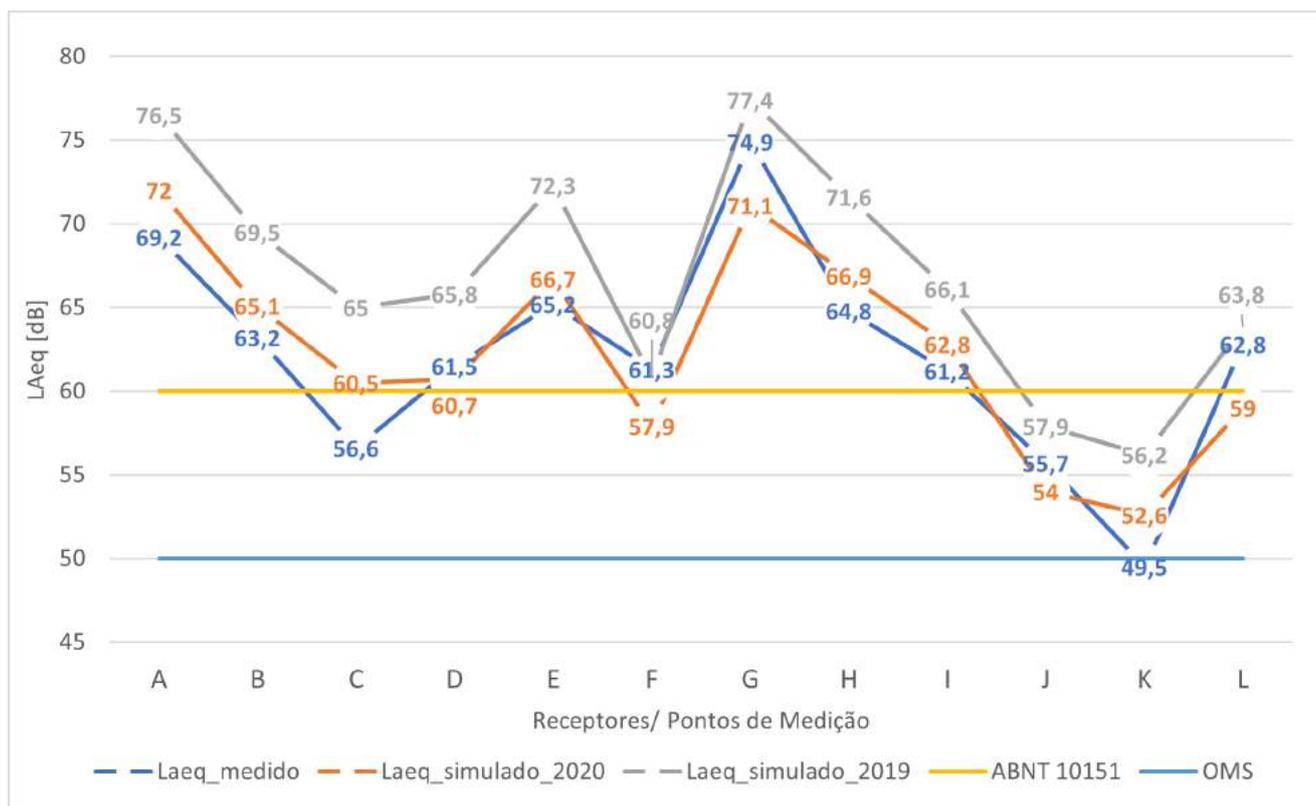
Receptor	$L_{Aeq}$ medido [dB]	$L_{Aeq}$ simulado [dB]	Diferença [dB]
A	69,2	72	2,8
B	63,2	65,1	1,9
C	56,6	60,5	3,9
D	61,5	60,7	-0,8
E	65,2	66,7	1,5
F	61,3	57,9	-3,4
G	74,9	71,1	-3,8
H	64,8	66,9	2,1
I	61,2	62,8	1,6
J	55,7	54	-1,7
K	49,5	52,6	3,1
L	62,8	59	-3,8

**Tabela 3:** Comparação entre cenário 2019 e 2020, simulados no SoundPlan.

Receptor	$L_{Aeq}$ 2019 [dB]	$L_{Aeq}$ 2020 [dB]	Diferença [dB]
A	76,5	72	4,5
B	69,5	65,1	4,4
C	65	60,5	4,5
D	65,8	60,7	5,1
E	72,3	66,7	5,6
F	60,8	57,9	2,9
G	77,4	71,1	6,3
H	71,6	66,9	4,7
I	66,1	62,8	3,3
J	57,9	54	3,9
K	56,2	52,6	3,6
L	63,8	59	4,8



**Figura 3:** Mapa de Ruído cenário 2019 e 2020, antes e durante a pandemia, respectivamente.



**Figura 4:** Gráfico comparativo dos valores medidos e simulados por ponto de medição e com valores de referência estabelecidos pela NBR 10.151 (60 dB(A)) e OMS (50 dB(A)).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados, observa-se que no período de coleta de dados as medidas de isolamento social já estavam menos restritivas, conseqüentemente o volume de tráfego diário das vias arteriais como a Avenida Brasil e Linha Amarela se aproximavam do seu fluxo normal. Entretanto, o esvaziamento do *campus* permitiu compreender a relevância do tráfego das vias citadas para seu ambiente sonoro e que, apesar da densa vegetação e a topografia do *campus*, ainda se percebe a influência do ruído das rodovias no ambiente sonoro de áreas históricas.

Vale ressaltar que apesar de não incluir os dados das vias internas do *campus* na simulação, a diferença entre o valor medido e simulado não ultrapassou o desvio de  $\pm 4,0$  dB(A), estabelecido pela WG - AEN [22].

Considerando o *campus* como uma Área mista, com vocação comercial e administrativa, no cenário de pandemia apenas as medições realizadas nos pontos C, J e K atenderam ao nível de conforto estabelecido pela NBR 10.151 de 60 dB(A) no período diurno.

Vale ressaltar que, exceto o ponto K, nenhum dos receptores simulados atendeu ao nível de conforto estabelecido pela OMS[5] de 50 dB(A) para áreas externas habitáveis.

Nota-se que a área do NAHM, núcleo embrionário do *campus*, pode ser considerada com menor influência do ruído rodoviário, apesar de não atender aos limites de referência de conforto acústico nos pontos de medição e receptores simulados. Conseqüência de suas características morfológicas: o Castelo Mourisco, a vegetação e topografia funcionam como barreira acústica para o ambiente da praça delimitado pela poligonal de tombamento do IPHAN, em ambos os cenários.

Em suma, o presente trabalho traz contribuição para o planejamento urbano da cidade e do *campus* da Fiocruz em Manguinhos, servindo de subsídio para planos de ações de mitigação e controle do ruído em áreas históricas.

Recomenda-se para futuros trabalhos o levantamento dos dados das vias internas ao *campus*, principalmente no cenário pós-pandemia com a normalização das atividades do *campus*. Para análise de outros receptores no *campus* se faz neces-

sário o levantamento de outras importantes vias para a região: a Rua Leopoldo Bulhões e a linha ferroviária da SuperVia, ramal Central-Gramacho.

## REFERÊNCIAS

- [1] (OMS) Organização Mundial de Saúde, Escritório Regional da Europa. *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*. OMS, 2011.
- [2] Bistafa, Sylvio R. *Acústica aplicada ao controle do ruído*. 3ª ed. São Paulo, Brasil: Editora Blucher, 2018.
- [3] Patrício, Jorge Viçoso. *A Acústica na Reabilitação de Edifícios*. 4ª ed. Porto, PT: Quântica Editora, 2018.
- [4] Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho, (EU-OSHA). Uma introdução ao ruído no trabalho. Em *Ficha Facts 56-PT. Semana Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho*. [s.n.], 2005.
- [5] Organização Mundial de Saúde, (OMS). *Guidelines for Community Noise*. OMS, 1999.
- [6] OUIS, D. Annoyance from road traffic noise: a review. *Journal of Environmental Psychology*, 21:101–120, 2001.
- [7] Kühn, Beatriz Mugayar. (Org.) *Gustavo Gionannoni: Textos escolhidos*. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2013.
- [8] Schaffer, Raymond Murray. *A afinação do mundo: uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora*. 2ª ed. São Paulo, Brasil: Editora Unesp, 2001.
- [9] Coelho, J. L. Bento e Alarcão, D. Cartografia de ruído em grandes cidades. Em *Proceedings of the ACUSTICA 2004 - 4th Iberoamerican Acoustics Congress*, Guimarães, Portugal, 2004.
- [10] Silva, Stephanie Livia de Souza da. *Projeto de Requalificação Acústica para o Pavilhão Figueiredo de Vasconcellos da Fiocruz*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2021.
- [11] Oliveira, Benedito Tadeu. (Coord.) *Um Lugar para a Ciência: a formação do campus de Manguinhos*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- [12] Pinto, J. Fotografia do Núcleo arquitetônico original de Manguinhos, 1910. Disponível em: <http://brasilianafotografica.bn.br/brasiliiana/handle/bras/5117>. (acessado: 26.06.2018).
- [13] Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, (IPHAN). *Processo de Tombamento N° 1037-T-80*. Rio de Janeiro: Arquivo Central do IPHAN, 1980.
- [14] Casa Oswaldo Cruz, (COC). *Plano de Ocupação da Área de Preservação do Campus Fiocruz Manguinhos*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.
- [15] Conselho Nacional do Meio Ambiente, (CONAMA). *Resolução CONAMA N° 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental*. [S.l.]: CONAMA, 1986.
- [16] Associação Brasileira de Normas Técnicas, (ABNT). *NBR 10151: Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral*. Rio de Janeiro: ABNT, mai. 2019.
- [17] Associação Brasileira de Normas Técnicas, (ABNT). *NBR 10152: Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 2017.
- [18] Conselho da União Europeia. *Directiva 2002/49/CE do Parlamento europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002 relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente*. [S.l.]: [s.n.], 2002.
- [19] Secretaria Municipal de Meio Ambiente do RJ, (SMAC). *Resolução SMAC N° 198 de 22 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre a padronização dos procedimentos de fiscalização da poluição sonora*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002.
- [20] Rio de Janeiro. *Decreto N° 322 de 05 de março de 1976. Regulamento do Código de Obras*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1976.
- [21] Rio de Janeiro. *Lei Complementar N° 116 de 26 de abril de 2012. Cria a área de especial interesse urbanístico da Avenida Brasil, define normas para incremento das atividades econômicas e para reaproveitamento de imóveis em áreas das zonas industriais e ao longo de corredores viários estruturantes da AP-3 e da AP-5 e dá outras providências*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.
- [22] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise, (WG–AEN). *Good practice guide for strategic noise mapping and production of associated data on noise exposure*. 2ª ed. Stockholm: Stockholm University, 2006.
- [23] Companhia de Engenharia de Tráfego do RJ, (CET-Rio). Dados de fluxo, 2020. Disponível em: <https://www.rio.rj.gov.br/web/cetrio/exibeconteudo?id=905007>. (acessado: jun.2020).
- [24] LAMSA. Planilhas de resultados, 2020. Disponível em: <http://lamsa.ri.invepar.com.br/informacoes-para-o-mercado/planilhas/>. (acessado: jan.2021).
- [25] Companhia de Engenharia de Tráfego do RJ, (CET-Rio). Fluxo veicular médio em dias Úteis, mai 2017. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/documents/7033801/aaa5c245-2533-4bec-b475-494f64b92c35>. (acessado: jun.2020).
- [26] Globonews. Trânsito no Rio cai quase 80% no primeiro sábado de restrições para conter coronavírus, mar 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/03/15/transito-no-rio-tem-queda-de-quase-80percent-no-primeiro-sabado-de-restricao-a-aglomeracoes-para-conter-coronavirus.ghtml>. (acessado: jan. 2021).