

Avaliação de ruído urbano durante a pandemia de COVID-19: um estudo de caso no centro de São Paulo/SP

Michalski, R. L. X. N.¹ ; Shimomura, A. R. P.² ; Mülfarth, R. C. K.³ 

¹⁻³ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, SP, {rannym, arprata, rkronka}@usp.br

Resumo

Diante do contexto da pandemia de COVID-19 e da necessidade de se conhecer as condições de ruído em grandes centros urbanos, visto que o mesmo já é considerado um problema de saúde pública pela Organização Mundial da Saúde, a presente pesquisa foi motivada pela possibilidade de registrar e analisar tais condições na cidade de São Paulo durante a pandemia (abril de 2020). Dessa forma, o trabalho consistiu em investigar se as medidas de distanciamento social impostas pelo governo do estado influenciaram na poluição sonora urbana. A área central da cidade de São Paulo, numa microescala de espaço urbano, foi escolhida como local de estudo devido à disponibilidade de medições realizadas anteriormente à pandemia. Durante o início do período de isolamento social foram realizadas novas medições nos mesmos locais. Os indicadores acústicos arbitrados foram: os níveis de pressão sonora em bandas de oitava, os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes ponderados em A, L_{Aeq} , e os níveis estatísticos de pressão sonora, L_{A10} e L_{A90} . Por fim, foram analisadas e comparadas as condições de ruído urbano antes e durante a pandemia, com o intuito de verificar as mudanças entre os dois cenários. Os resultados mostram uma redução nos valores medidos, confirmando a hipótese de que as medidas adotadas de restrição social impactaram na paisagem sonora urbana. Espera-se, com tais resultados, estimular tanto as discussões a respeito do impacto do ruído urbano na saúde, quanto sua gestão, controle e prevenção por meio de iniciativas públicas.

Palavras-chave: COVID-19, pandemia, ruído urbano, avaliação sonora, poluição sonora.

PACS: 43.50.-x, 43.50.Qp, 43.50.Rq, 43.50.Sr.

Urban noise evaluation during the COVID-19 pandemic: a case study in the center of São Paulo/SP (Brazil)

Abstract

Due to the context of the COVID-19 pandemic and the need to better understand noise conditions in large urban centers, already considered a public health problem by the World Health Organization, this research was motivated by the possibility of recording and analyzing such conditions in the city of São Paulo, Brazil, during the pandemic (April, 2020). Thus, this study investigated whether the social distancing measures imposed by the state government influenced urban noise pollution. The central area of the city of São Paulo, a microscale of urban space, was chosen as the case study location due to the availability of measurements carried out prior to the pandemic. During the beginning of social isolation, new measurements were taken in the same places. The compared acoustic parameters were: sound pressure levels in octave bands, A-weighted equivalent continuous sound pressure levels, L_{Aeq} , and statistical sound pressure levels, L_{A10} and L_{A90} . Finally, the urban noise conditions before and during the pandemic were analyzed and compared, in order to verify the changes between the two scenarios. The results show a reduction in the measured values, confirming the hypothesis that the adopted measures of social restriction impacted the urban soundscape. These results are expected to stimulate discussion about both the impact of urban noise on health as well as its management, control and prevention through public initiatives.

Keywords: COVID-19, pandemic, urban noise, sound evaluation, noise pollution.

1. INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) constatou um surto de casos de “pneumonia viral” detectado em Wuhan, capital e maior cidade da província de Hubei, na China. Logo depois, a incidência da doença denominada COVID-19, causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2, aumentou rapidamente e avançou em escala mundial. Em janeiro de 2020, a OMS declarou o surto da doença como uma emergência de saúde pública de importância internacional e dois meses depois, no dia 11 de março, foi decretada sua pandemia [1].

A exemplo do ocorrido em outras partes do mundo e seguindo as recomendações da OMS e do Ministério da Saúde, os estados brasileiros adotaram medidas para tentar conter o avanço da epidemia [1, 2]. Entre as medidas indicadas estão: o distanciamento social, a higienização das mãos, o uso de máscaras, a limpeza e a desinfecção de ambientes, o isolamento de casos suspeitos e confirmados e a quarentena dos contatos com os casos da doença.

No estado de São Paulo, o Decreto Nº 64.881, de 22 de março de 2020 [3], instituiu a medida de quarentena com restrição de atividades em todos os seus 645 municípios, a fim de inibir a aglomeração de pessoas e controlar a proliferação do coronavírus. O decreto define quais são os serviços essenciais à população, quais não são essenciais e como eles devem funcionar. O mesmo também dá o tratamento uniforme às medidas restritivas para os municípios.

A adoção das medidas de isolamento social e a consequente redução na atividade econômica ocasionaram alguns impactos à sociedade e ao meio ambiente. As condições pessoais mudaram repentinamente: instituições de ensino foram fechadas, tornando o ensino remoto, e quaisquer eventos que gerassem aglomeração de pessoas foram proibidos, as pessoas passaram a ficar mais tempo em casa, o *home office* e o ensino remoto foram necessários, o comércio em geral foi fechado, e apenas os serviços essenciais, como saúde, alimentação e segurança, foram mantidos. Com a redução das emissões

atmosféricas, os níveis de poluição do ar diminuíram nas grandes cidades [4–6].

A poluição sonora e a paisagem sonora urbana também sofreram alterações. Na Espanha, o Departamento de Qualidade Ambiental de Barcelona vem monitorando a cada semana os níveis de ruído na cidade desde 14 de março de 2020, data em que medidas locais de *lockdown* foram impostas. Os relatórios emitidos até o momento [7] mostram que a redução nos níveis sonoros foi mais significativa nas duas primeiras semanas. Os níveis permaneceram estáveis até a quinta semana, quando voltaram a aumentar, coincidindo com o retorno das atividades de trabalhadores não essenciais.

Contudo, enquanto as cidades pareciam mais silenciosas, com menor tráfego de veículos, as reclamações sobre ruído produzido por vizinhos aumentaram durante a pandemia [8,9], tornando cada vez mais importantes as preocupações com as questões acústicas.

Diante do contexto da pandemia de COVID-19 e das medidas de distanciamento social impostas pelo governo estadual, o presente trabalho buscou investigar os efeitos na poluição sonora urbana no centro da cidade de São Paulo devido às mudanças ocasionadas pela pandemia. A microescala urbana foi escolhida de modo a observar tais alterações em relação ao pedestre. Para tal estudo, foram analisadas e comparadas condições de ruído urbano realizadas antes e durante o início do período de isolamento social.

2. RUÍDO URBANO

Grandes cidades e centros urbanos possuem uma enorme quantidade e diversidade de fontes produtoras de “ruído urbano”. Esse termo compreende quaisquer sons desagradáveis relacionados a espaços urbanos, podendo surgir de diversas fontes, como tráfegos rodoviário, ferroviário e aeroviário, pessoas, construções, etc. Além das fontes sonoras, as cidades possuem muitas superfícies refletoras, que podem intensificar o ruído por meio das reflexões sonoras em suas próprias superfícies. Quando em níveis de pressão sonora elevados, o ruído pode ser carac-

terizado como agente poluidor ambiental, sendo a poluição sonora considerada um problema de saúde pública [10].

A exposição à poluição sonora é prejudicial à população, pois pode acarretar diversos problemas de saúde, desde problemas psíquicos e fisiológicos, até físicos, entre eles: irritabilidade, estresse, fadiga, depressão, distúrbios do sono, tensões musculares, alterações da pressão sanguínea, complicações cardiovasculares e respiratórias, perda auditiva ou surdez [11, 12]. É importante ressaltar que o ruído também impacta negativamente no desempenho de tarefas, no estudo, no trabalho e na produtividade, ao provocar, por exemplo, diminuição da atenção e da capacidade de concentração, dificuldade de comunicação e diminuição da capacidade de aprendizagem [13–16].

Considerando que o conhecimento das condições de ruído na cidade é fundamental para estimular discussões a respeito de sua importância para a saúde ambiental, assim como para estimular a iniciativa governamental para seu controle e prevenção [17], a possibilidade de registrar e analisar tais condições no contexto da pandemia motivou a presente pesquisa.

Na Europa, devido à Diretiva 2002/49/CE [18], relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, diversos centros urbanos possuem sistemas de monitoramento contínuo de ruído ambiental, permitindo com isso, que comparações como as propostas no presente trabalho sejam feitas a partir da obtenção destes dados. Muitas cidades têm produzido mapas de ruído para comparar os cenários anteriores à pandemia com o atual [8, 19]. Alguns estudos relacionam os dados de estações de monitoramento de ruído de longo prazo com pesquisas, em que são registradas de forma online as percepções dos residentes acerca dos seus ambientes sonoros durante a pandemia [19].

Sistemas de monitoramento de ruído de longo prazo não são a realidade dos centros urbanos brasileiros, inclusive da cidade de São Paulo, principalmente pela falta de políticas públicas para o controle e monitoramento de ruído, obri-

gando dessa forma a realização de medições pontuais em dias específicos e reduzindo as possibilidades de análises.

Para medições de longa duração, os indicadores quantitativos de avaliação sonora utilizados são os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes representativos de períodos de tempo completos, como dia, entardecer, noite e 24 horas, L_d , L_e , L_n e L_{den} , respectivamente.

Em medições de curta duração, como é o caso do presente trabalho, os indicadores quantitativos de avaliação sonora utilizados são os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes medidos durante intervalos de medição menores.

Para correlacionar os valores medidos dos níveis de pressão sonora com a resposta do ouvido humano, utiliza-se a ponderação A, que “traduz” a resposta do ouvido humano para as medições dos níveis de pressão sonora, visto que a resposta do ouvido não tem uma variação linear em frequência. Sendo assim, os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes ponderados em A, L_{Aeq} , para diferentes intervalos de medição, são os descritores considerados em leis e normas.

A OMS recomenda o nível máximo de ruído de 55 dB (L_{Aeq}) ao ar livre durante o dia para não causar incômodo e possíveis problemas de saúde [10]. A norma brasileira ABNT NBR 10151:2019, *Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral* [20] estabelece limites de níveis de pressão sonora para ambientes externos às edificações, em áreas destinadas à ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo, para os períodos diurno e noturno. Esta norma é referenciada em Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente [21, 22] e, portanto, tem poder de regulamentação no país. A norma também é usada como referência para a elaboração de planos diretores municipais, junto com leis de parcelamento, uso e ocupação do solo, definindo níveis sonoros adequados para diferentes regiões e usos.

Além dos níveis equivalentes, também são utilizados os níveis estatísticos de pressão sonora,

L_N , que correspondem ao nível de pressão sonora que foi excedido em $N\%$ do tempo de medição. O presente trabalho utilizou dois níveis estatísticos, L_{10} e L_{90} , que equivalem ao nível de pressão sonora que foi excedido em 10% e 90% do tempo de medição, respectivamente.

É importante ressaltar que o L_{90} exclui interferências esporádicas e é usado para representar o nível residual. O contrário acontece com o L_{10} , que representa os eventos sonoros (esporádicos). Portanto, o uso do L_{90} é mais indicado para o tipo de comparação realizada no presente trabalho.

A diferença entre os níveis estatísticos L_{10} e L_{90} , ($L_{10} - L_{90}$), também é utilizada em avaliações sonoras, como indicador da variação sonora e de incômodo do ruído durante o intervalo de medição (quanto maior a diferença entre os níveis, maior a variação no nível de ruído, maior a percepção sonora e maior o incômodo) [23].

3. LOCAL DO ESTUDO

O centro da cidade de São Paulo foi o local de estudo escolhido para análise das condições sonoras, mais especificamente duas de suas principais vias e o cruzamento entre as mesmas: a Avenida Paulista e a Rua da Consolação, apresentados no mapa da Figura 1.



Figura 1: Local do estudo na cidade de São Paulo.

São Paulo é a maior metrópole brasileira. Com cerca de 12 milhões de habitantes [24], é a oitava cidade mais populosa do planeta. Além de possuir um caráter cosmopolita, também é

classificada como cidade global, em função dos serviços e do seu desenvolvimento estrutural, econômico e político.

A Avenida Paulista foi a primeira via pública asfaltada do Estado de São Paulo, em 1909 [25], sendo até hoje um dos logradouros mais importantes e símbolo da capital paulista. Além de ser um dos principais centros financeiros, concentra diversos pontos culturais e de entretenimento, atraindo milhares de pessoas e turistas. Com 2,8 km de extensão, a avenida interliga importantes vias, tais como: Rua da Consolação, Av. Dr. Arnaldo, Av. Rebouças, Av. 9 de Julho, Av. Brigadeiro Luís Antônio e Av. 23 de Maio. No ano de 2014, a população residente na Avenida Paulista era estimada em 5 mil habitantes [26].

A Rua da Consolação é outra importante via do município de São Paulo. Tem início no centro da cidade, na Rua Dr. Bráulio Gomes, e cruza, entre outras, a Av. São Luís e a Av. Paulista. Com 3,7 km de extensão, a rua abriga o mais antigo cemitério em funcionamento da capital, além de lojas especializadas em lustres e luminárias, e termina como via predominantemente residencial, na Rua Estados Unidos, nos Jardins.

Deve-se ressaltar também a disponibilidade de níveis sonoros anteriores ao período da pandemia realizadas nos locais selecionados, influenciando sua escolha.

4. DESENVOLVIMENTO

A metodologia empregada foi do tipo indutivo experimental, por meio de medições de níveis de pressão sonora no local de estudo antes e durante a pandemia. Para a comparação, foram consideradas medições em três momentos distintos, com diferentes índices de isolamento social.

Considerando o tráfego de veículos motorizados como a principal fonte de ruído local, foram selecionados pontos de medição em duas vias de tráfego de automóveis, Avenida Paulista e Rua da Consolação, e em seu cruzamento (vide Figura 1). Foram escolhidos os mesmos pontos nos quais medições prévias de nível de pressão sonora haviam sido realizadas em abril de 2019,

Quadro 1: Locais arbitrados para avaliação de ruído.

Local	Endereço	Imagens	
1	Avenida Paulista, nº 2073, em frente ao Edifício Conjunto Nacional, no canteiro central		
2	Cruzamento entre Av. Paulista e Rua da Consolação, no canteiro central		
3	Rua da Consolação, nº 1660, em frente ao Cemitério da Consolação, próximo ao cruzamento com a Rua Pedro Taques		

em um período de normalidade, anterior ao da pandemia de COVID-19, com grande fluxo de pessoas e veículos nas vias, ou seja, sem nenhum tipo de medida de isolamento social. O Quadro 1 apresenta os locais de medição e a Figura 2 ilustra os cenários anterior e durante a pandemia, com duas fotografias registradas na Rua da Consolação.

Durante a pandemia, as medições foram realizadas nos dias 9 e 23 de abril de 2020. Para obtenção dos valores das taxas de isolamento social nestes dias, foi consultado o Sistema de Monitoramento Inteligente de São Paulo (SIMI-SP) [27], que estima diariamente o índice de adesão ao isolamento social no estado e em cidades de São Paulo. Esta estimativa é realizada por meio do monitoramento de dados georreferenciados e anônimos de localização de sinais de celulares da população.

Segundo as autoridades de saúde, uma taxa de isolamento ideal estipulada para conter a disseminação da COVID-19 e não sobrecarregar o sistema de saúde deve ser no mínimo 70% [28]. De acordo com o SIMI-SP, as taxas de isolamento registradas na capital paulista nos dias 9 e 23 de abril de 2020 foram ambas de

48%. Este número se refere à porcentagem da população em isolamento. Contudo, durante as medições, constatou-se que no dia 23 de abril o fluxo de carros, motocicletas e pedestres era visivelmente maior do que no dia 9 de abril.

Todas as medições aconteceram no período diurno, em dias úteis, e seguiram as diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR 10151 [20]. Nas medições realizadas durante a pandemia, as pesquisadoras seguiram as medidas de higiene e distanciamento social, além do uso de máscaras.

Os equipamentos utilizados nas medições foram o calibrador acústico modelo CAL200 e o sonômetro modelo SLM 831, ambos da marca Larson Davis, além de um tripé. O medidor de nível de pressão sonora, do tipo Classe 1, é capaz de avaliar os níveis de pressão sonora em função da frequência (bandas de oitava e terças de oitava), além de medir níveis ponderados e estatísticos, entre outros.

As medições foram realizadas com o sonômetro fixado no tripé a aproximadamente 1,20 m do solo e com duração de cinco minutos para cada ponto. Paralelamente à aferição da pressão

sonora, foram feitas gravações em vídeos com câmera fotográfica, de modo a registrar não apenas a variação quantitativa no nível de ruído, mas também a variação qualitativa na paisagem sonora urbana.

Foram medidos os seguintes indicadores acústicos: níveis de pressão sonora equivalente ponderado em A, L_{Aeq} , níveis estatísticos de pressão sonora, L_{10} e L_{90} , diferença entre L_{10} e L_{90} , e níveis de pressão sonora em bandas de oitava, todos expressos em decibels (dB). Por fim, os resultados das medições foram analisados e comparados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das medições dos níveis de pressão sonora (L_{Aeq} , L_{A10} e L_{A90}) são apresentados na Tabela 1 e na Figura 3 para os três locais e as três datas de medição. Já a Tabela 2 apresenta as diferenças obtidas entre as medições realizadas no ano de 2019 (pré-pandemia) e as medições realizadas nas duas datas no ano de 2020 (durante o período de distanciamento social).

Ao analisar os valores, é possível notar que a

maioria das medições realizadas durante o período de isolamento social apresentaram valores inferiores às medições realizadas previamente à pandemia.

Ao comparar os resultados de L_{Aeq} , observa-se uma redução em todos os locais de medição no dia 9 de abril de 2020, quando comparados com os resultados de 2019. Já no dia 23 de abril, o local 3 apresentou um valor um pouco maior quando comparado aos outros dias. Verifica-se também que os níveis medidos no dia 23 de abril foram maiores que os do dia 9 de abril para os três locais.

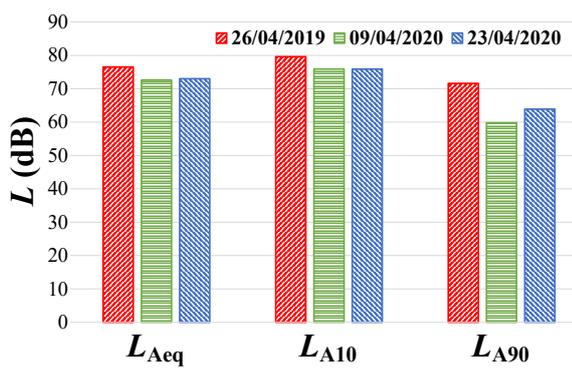
Na Av. Paulista, local de medição 1, os níveis pré-pandemia medidos foram 76 dB para L_{Aeq} . Durante a pandemia, os valores foram 73 dB. Uma redução de 3 dB equivale a uma redução de 50% na energia sonora, ou seja, uma redução de metade da potência da fonte sonora, apesar da sensação sonora não refletir tal variação [7]. Pelo fato do limiar de percepção do ouvido humano ser de aproximadamente 3 dB, uma variação em nível sonoro dessa ordem é pouco percebida pelo ouvinte. Por outro lado, uma variação de 5 dB é considerada claramente



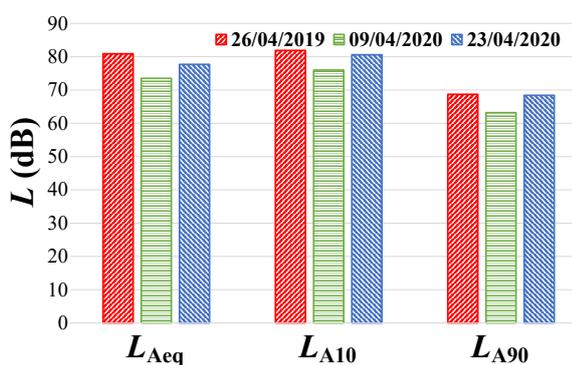
Figura 2: Rua da Consolação antes (à esquerda) e durante a pandemia (à direita).

Tabela 1: Resultados das medições nos três locais e três datas.

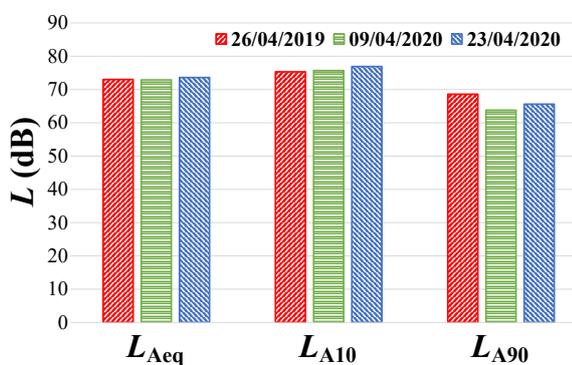
local	Pré-pandemia (2019)			Pandemia (09/04/2020)			Pandemia (23/04/2020)		
	L_{Aeq} [dB]	L_{A10} [dB]	L_{A90} [dB]	L_{Aeq} [dB]	L_{A10} [dB]	L_{A90} [dB]	L_{Aeq} [dB]	L_{A10} [dB]	L_{A90} [dB]
1	76,5	79,6	71,6	72,6	75,9	59,8	73,0	75,9	63,9
2	80,9	81,9	68,7	73,5	76,0	63,2	77,7	80,6	68,4
3	73,0	75,3	68,6	72,9	75,7	63,8	73,6	76,9	65,6



(a) Local 1



(b) Local 2



(c) Local 3

Figura 3: Resultados das medições: em vermelho (26/04/2019), em verde (09/04/2020) e em azul (23/04/2020).

perceptível, enquanto uma redução de 10 dB é percebida como um som duas vezes menos intenso [29]. Há que se considerar ainda a incerteza de medição: aproximadamente 2 dB para o instrumento utilizado.

O cruzamento entre a Avenida Paulista e a Rua da Consolação, local de medição 2, é o ponto mais movimentado do trajeto. As medições anteriores à pandemia indicaram 81 dB para L_{Aeq} . Durante a pandemia, os resultados foram 73 dB e 78 dB nos dias 9 e 23 de abril de 2020, respectivamente.

No local de medição 3, em frente ao Cemitério da Consolação, as medições anteriores à pandemia indicaram L_{Aeq} de 73 dB, sendo praticamente o mesmo valor obtido nos dias 09 e 23 de abril de 2020 durante a pandemia, apesar das medidas de isolamento social. Por se tratar de um ponto em frente a um cemitério, foi constatada uma maior presença de pessoas e de veículos funerários.

Ao analisar os resultados do índice estatístico L_{A10} (nível de pressão sonora que foi excedido em 10% do tempo de medição), observa-se redução do nível sonoro apenas nos locais 1 e 2. Por outro lado, os resultados do índice estatístico L_{A90} (nível de pressão sonora que foi excedido em 90% do tempo de medição) indicam redução em todos os locais durante a pandemia.

Como o indicador L_{A90} é menos sensível a interferências esporádicas ele representaria de forma mais fidedigna a paisagem sonora local. As maiores reduções foram observadas nos resultados da Av. Paulista (local de medição 1), com diferenças chegando a 11,8 dB. No cruzamento entre as vias (local de medição 2), as diferenças chegaram a 5,5 dB. Por sua vez, em frente ao

Tabela 2: Comparação entre as medições realizadas antes e durante a pandemia.

local	Diferenças entre 2019 e 09/04/2020			Diferenças entre 2019 e 23/04/2020		
	ΔL_{Aeq} [dB]	ΔL_{A10} [dB]	ΔL_{A90} [dB]	ΔL_{Aeq} [dB]	ΔL_{A10} [dB]	ΔL_{A90} [dB]
1	3,9	3,7	11,8	3,5	3,7	7,7
2	7,4	5,9	5,5	3,2	1,3	0,3
3	0,1	-0,4	4,8	-0,6	-1,6	3,0

Cemitério da Consolação (local de medição 3), as diferenças chegaram a 4,8 dB.

A Tabela 3 apresenta os valores das diferenças ($L_{A10} - L_{A90}$) para todas as medições. Ao analisar os valores antes da pandemia, a maior variação entre os níveis estatísticos foi obtida para o local de medição 2 (cruzamento entre as vias), confirmando o fato deste ser o local com maior fluxo de tráfego. Durante a pandemia constatou-se um aumento nas variações para os locais de medição 1 e 3, em comparação com as variações anteriores ao período de isolamento. Já o local 2 manteve aproximadamente a mesma variação entre os cenários.

Tabela 3: Diferenças entre L_{A10} e L_{A90} ($L_{A10} - L_{A90}$).

local	2019	09/04/2020	23/04/2020
1	8,0 dB	16,1 dB	12,0 dB
2	13,2 dB	12,8 dB	12,2 dB
3	6,7 dB	11,9 dB	11,3 dB

Outro indicador acústico analisado foram os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes em bandas proporcionais de 1/1 de oitava. Os gráficos das Figuras 4 a 6 apresentam os valores em função da frequência para os três locais de medição nos três dias: em vermelho, antes da pandemia (2019), em verde (09/04/2020) e azul (23/04/2020) durante a pandemia.

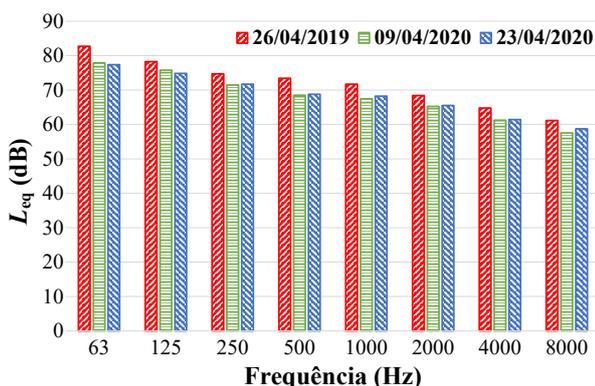


Figura 4: L_{eq} em bandas de oitava para o local 1.

As análises em bandas de oitava confirmam que a maioria das medições realizadas durante o período de isolamento social apresentaram valores inferiores às realizadas previamente em 2019. Em todas as medições, observa-se maior

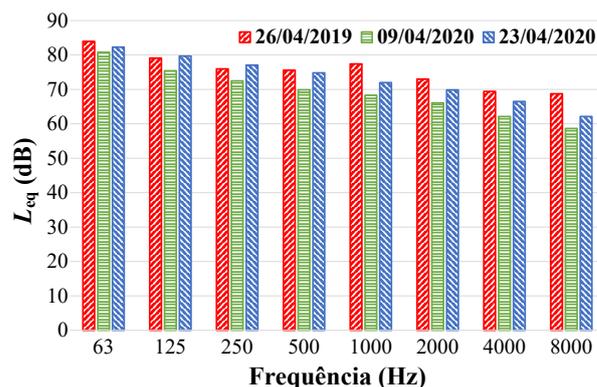


Figura 5: L_{eq} em bandas de oitava para o local 2.

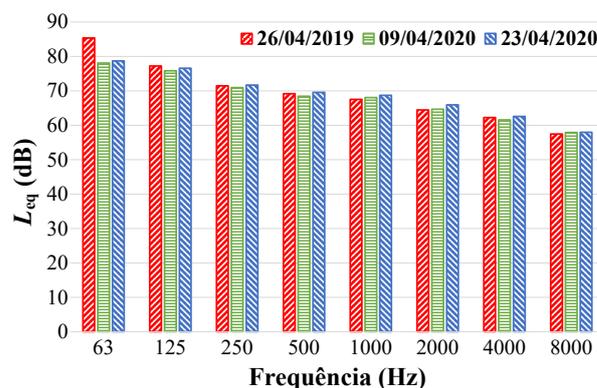


Figura 6: L_{eq} em bandas de oitava para o local 3.

contribuição sonora nas frequências mais graves, típico do tipo de fonte sonora predominante (tráfego de veículos).

A análise espectral dos níveis sonoros é importante, pois revela mais informações do que os níveis globais. Nesse caso, a informação de que os níveis sonoros sofreram reduções durante a pandemia em todos os pontos de medição.

Os resultados obtidos permitem também inferir que, apesar da taxa de isolamento registrada pelo SIMI-SP ter sido 48% na capital nos dois dias, esta não reflete o comportamento completo das vias analisadas em sua microescala, mas sim na escala da cidade. As diferenças obtidas entre os dias 9 e 23 de abril de 2020 são justificadas pelo fato do fluxo de veículos e pedestres ter sido maior no dia 23 de abril.

Aqui cabe uma observação: entre os objetivos iniciais da pesquisa estava a realização de medições sonoras em campo em diferentes datas com diferentes taxas de isolamento, desde o mês de abril de 2019 até chegar à taxa de isola-

mento ideal desejada de 70%. Entretanto, desde o início do decreto impondo as medidas de restrição, a taxa de isolamento na capital paulista não ultrapassou o valor de 60%. Os maiores valores alcançados na cidade foram 59%, registrados em dois domingos consecutivos, nos dias 29 de março e 05 de abril de 2020, ainda no início do período de isolamento social. Com o decorrer da pandemia, observou-se que, apesar de haver uma oscilação na taxa de isolamento, a mesma seguiu uma tendência de redução ao longo do tempo, como pode ser observado no gráfico da Figura 7. Por este motivo, a ideia inicial de acompanhar a redução nos níveis de pressão sonora nos locais de medição em função do aumento da taxa de isolamento não pôde ser concretizada.

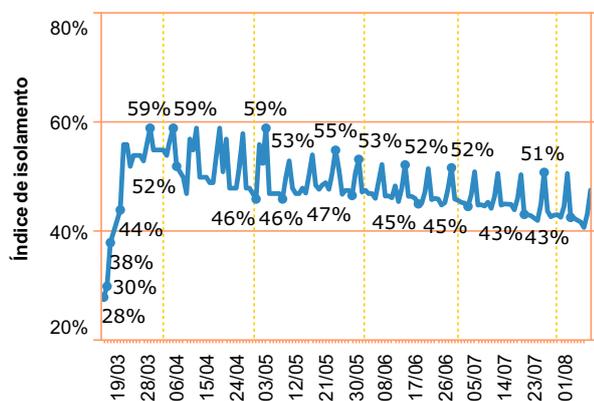


Figura 7: Índice de isolamento na cidade de São Paulo de março a julho de 2020 (elaborado a partir de [27]).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, tem sido observado um aumento das exigências de conforto e de saúde nos ambientes construídos e espaços urbanos e, conseqüentemente, da preocupação com o aumento da qualidade de vida. Entretanto, considerando-se que a poluição sonora é um agente causador de problema de saúde e que os seus efeitos na população são difíceis de serem notados, a mesma acaba sendo muitas vezes negligenciada. Por isso, é importante conhecer as condições acústicas ambientais.

O presente trabalho consistiu em comparar medições de ruído urbano no centro da cidade de São Paulo antes e durante as medidas de dis-

tanciamento social impostas pela pandemia de COVID-19, visando a investigar as mudanças nos níveis sonoros entre os dois cenários, na microescala do pedestre.

Conforme apresentado, constatou-se que na maioria dos pontos escolhidos para medições houve redução nos níveis de pressão sonora L_{Aeq} durante a pandemia, com exceção do ponto 3, localizado em frente ao Cemitério da Consolação. Tal discrepância pode estar associada justamente com o maior número de mortes que a cidade presenciou durante a pandemia, visto a presença de veículos funerários no local.

Apesar das mudanças observadas, todos os valores medidos de L_{Aeq} estão acima tanto dos valores recomendado pela OMS [10] como pela norma ABNT NBR 10151 [20]. O mesmo para a lei municipal [30], que estabelece o limite máximo de 60 dB para o período diurno para o zoneamento do local (Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana, ZEU). Entretanto, vale ressaltar que na escala dos pontos de medição e com veículos circulando ao redor, seria impossível atingir este valor recomendado.

Na análise dos níveis estatísticos L_{A90} , que podem ser usados para representar o nível residual ao longo do tempo de medição, os resultados mostram uma redução nos valores em todos os locais de medição. Considerando que este indicador exclui eventos sonoros esporádicos, é possível confirmar a hipótese de que as medidas adotadas de restrição social impactam na paisagem sonora urbana. É importante destacar que as medições foram realizadas no período diurno num intervalo de tempo de cinco minutos cada, durante o qual eventos sonoros, como buzinas, frenagens ou acelerações de veículos, podem acontecer. Outro ponto percebido foi o aumento na quantidade de entregadores de motocicletas e de bicicletas nas vias públicas.

A mudança observada na paisagem sonora em decorrência das medidas de isolamento social para conter o avanço da pandemia possibilita que as pessoas compreendam que podemos ter uma qualidade de vida melhor com melhores condições acústicas e, assim, passem a reivin-

dicar mudanças. Quando as pessoas percebem os espaços urbanos, elas passam a qualificá-los em mais ou menos confortáveis e, caso seja possível, escolhem circular ou não por eles. Por exemplo, se uma pessoa considera a calçada de determinada via desagradável, ela pode decidir não caminhar por ali, mas talvez por uma rua paralela.

A conscientização da população acerca do ruído urbano, que pode ser ampliada por meio de programas informativos, junto com a adoção do planejamento sonoro urbano são duas ferramentas fundamentais para combater a poluição sonora. Para que o planejamento sonoro urbano seja eficiente, devem ser conhecidas as condições sonoras existentes no local para a definição de planos de redução sonora e melhoria na paisagem sonora. Deve-se ressaltar que o planejamento sonoro urbano é apenas uma parte do planejamento urbano, área multidisciplinar e muito abrangente.

A elaboração do mapa de ruído é importante para a auxiliar na identificação de quais são as áreas mais e menos ruidosas, para então serem atribuídos usos e tratamentos diferentes. Algumas estratégias de planejamento sonoro que podem ser adotadas para combater o ruído urbano nos centros de grandes cidades são: o tratamento acústico do asfalto (com a utilização de asfaltos de baixo ruído), a redução do tráfego ou seu redirecionamento, a diminuição da velocidade dos veículos, o uso de veículos alternativos ou não motorizados, a criação de zonas silenciosas, a construção de passagens subterrâneas para carros e de ruas apenas para pedestres.

Neste sentido, espera-se que o presente trabalho possa estimular discussões a respeito do impacto do ruído urbano na saúde, sua prevenção e gerenciamento por meio de iniciativas públicas e que também sirva como uma boa justificativa junto aos órgãos governamentais quanto às necessidades de melhor acompanhamento dos níveis de ruídos urbanos e de sistemas de monitoramento de ruído de longo prazo principalmente em grandes metrópoles brasileiras.

REFERÊNCIAS

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Coronavírus. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus>.
3. SÃO PAULO (Estado). Decreto N° 64.881, de 22/03/2020. Decreta quarentena no Estado de São Paulo, no contexto da pandemia da COVID-19, e dá providências complementares, São Paulo. 2020. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2020/decreto-64881-22.03.2020.html>.
4. THE EARTH OBSERVATORY. Airborne nitrogen dioxide plummets over china. 2020. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china>.
5. DUTHEIL, F.; BAKER, J. S.; NAVEL, V. COVID-19 as a factor influencing air pollution? *Environ. pollut.*, v. 263, 2020. ISSN 0269-7491. doi: 10.1016/j.envpol.2020.114466.
6. ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A.; RUANO, M. A.; L., SANCHEZ-ALCALDE. Indirect effects of COVID-19 on the environment. *Science of The Total Environment*, v. 728, 2020. ISSN 0048-9697. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138813.
7. AJUNTAMENT DE BARCELONA. Informe COVID-19 de alteración de los niveles sonoros. 2020. Disponível em: <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/servicios/la-ciudad-funciona/mantenimiento-del-espacio-publico/gestion-energetica-de-la-ciudad/servicio-de-control-acustico/informe-covid-19>.
8. ALETTA, F.; OBERMAN, T.; MITCHELL, A.; TONG, H.; KANG, J. Assessing the changing urban sound environment during the COVID-19 lockdown period using short-term acoustic measurements. *Noise Mapping*, v. 7, n. 1, p. 123–134, 2020. ISSN 2084-879X. doi: 10.1515/noise-2020-0011.

9. CNN BRASIL. ASP: Reclamações entre vizinhos crescem 300% em condomínios durante a quarentena. 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/08/31/sp-reclamacoes-entre-vizinhos-crescem-300-em-condominios-durante-a-quarentena>.
10. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for community noise. 1999. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>.
11. BASNER, M.; BABISCH, W.; DAVIS, A.; BRINK, M.; CLARK, C.; JANSSEN, S.; STANSFELD, S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, v. 383, p. 1325–1332, 2014. ISSN 0140-6736. doi: [10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X).
12. BABISCH, W. Cardiovascular effects of noise. *Noise & Health*, v. 13, n. 52, p. 201–204, 2011. doi: [10.4103/1463-1741.80148](https://doi.org/10.4103/1463-1741.80148).
13. FERNANDES, R. A.; VIDOR, D. C. G. M.; OLIVEIRA, A. A. The effect of noise on attention and performance in reading and writing tasks. *CoDAS*, v. 31, n. 4, 2019. doi: [10.1590/2317-1782/20182017241](https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182017241).
14. NASSIRI, P.; MONAZAM, M.; DEHAGHI, B. FOULADI; ABADI, L. IBRAHIMI GHAVAM; A., ZAKERIAN S.; AZAM, K. The effect of noise on human performance: a clinical trial. *Int. J. Occup. Environ. Med.*, v. 4, n. 2, p. 87–95, 2013.
15. JENSEN, H. A. R.; RASMUSSEN, B.; EKHOLM, O. Neighbour and traffic noise annoyance: a nationwide study of associated mental health and perceived stress. *European Journal of Public Health*, v. 28, n. 6, p. 1050–1055, 2018. ISSN 1464-360X. doi: [10.1093/eurpub/cky091](https://doi.org/10.1093/eurpub/cky091).
16. BROCOLINI, L.; PARIZET, E.; CHEVRET, P. Effect of masking noise on cognitive performance and annoyance in open plan offices. *Applied Acoustics*, v. 114, p. 4–55, 2016. ISSN 0003-682X. Disponível em: [10.1016/j.apacoust.2016.07.012](https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.07.012).
17. 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 Vibrações*, Sociedade Brasileira de Acústica, v. 35, n. 51, p. 13–32, 2019. ISSN 2764-3611, 1983-442X.
18. UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2002/49/CE do Parlamento e do Conselho Europeu, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. *Jornal Oficial*, n. 45, I. 189, p. 12–26, 2002. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dir/2002/49/oj>.
19. MUNOZ, P.; VINCENT, B.; DOMERGUE, C.; GISSINGER, V.; GUILLOT, S.; HALBWACHS, Y.; JANILLON, V. Lockdown during COVID-19 pandemic: impact on road traffic noise and on the perception of sound environment in france. *Noise Mapping*, v. 7, n. 1, p. 287–302, 2020. ISSN 2084-879X. doi: [10.1515/noise-2020-0024](https://doi.org/10.1515/noise-2020-0024).
20. ABNT (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, 2019.
21. BRASIL. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução N° 1, de 08/03/90: Emissão de ruídos. Brasília, 1990.
22. BRASIL. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução N° 2, de 08/03/90: Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - Silêncio. Brasília, 1990.
23. BISTAFA, S. R. *Acústica aplicada ao controle do ruído*. São Paulo: Blucher, 2016. ISBN 978-8521212836.
24. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Cidades e estados. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-paulo.html>.
25. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Biblioteca. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-ca-catalogo?view=detalhes&id=447237>.
26. ESTADÃO. Quantas pessoas moram na Av. Paulista? 2014. Disponível em: <https://sao-paulo.estadao.com.br>

o.estado.com.br/blogs/edison-veiga/quantas-pessoas-moram-na-av-paulista/.

27. SÃO PAULO (Estado). Adesão ao isolamento social em SP. *SIMI - Sistema de Monitoramento Inteligente de São Paulo*, 2020. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/coronavirus/isolamento/>.

28. EXAME. Isolamento em SP cai para 47%. Ideal seria 70%, diz governo do estado. 2020. Disponível em: <https://exame.com/brasil/isolamento-em-sp-cai-para-47-ideal-seria-70-diz-governo-do-estado/>.

29. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Occupational exposure to noise evaluation, prevention and control. 2001. Disponível em: https://www.who.int/occupational_health/publications/noise1.pdf.

30. SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.402, de 22/03/2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Plano Diretor Estratégico (PDE). Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de São Paulo. *Diário Oficial do Município de São Paulo*, São Paulo, SP, 2016.