

Avaliando o impacto sonoro em fachadas residenciais na orla de Maceió-AL

Assessing the noise impact on residential façades on the Maceió-AL Waterfront

Evaluación del impacto acústico en las fachadas residenciales del frente marítimo de Maceió-AL

Recebido: 06/08/2022 | Revisado: 23/08/2022 | Aceito: 27/08/2022 | Publicado: 05/09/2022

Stella Rosane da Silva Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7627-6650>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: stellarosane@gmail.com

Mariana Souza Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3012-9847>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: mariana.barbosa.19971997@gmail.com

Maurilio Neemias dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0063-4399>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: maurilioneemias2010@gmail.com

Maria Gondim da Rosa Oiticica

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9393-5427>
Universidade Federal de Alagoas, Brasil
E-mail: lucia.oiticica@fau.ufal.br

Resumo

Em consequência ao crescimento desordenado das cidades, surgem problemas no tráfego veicular e nos usos e ocupações das edificações, fatores que intensificam o ruído urbano. A Avenida Silvio Carlos Viana é alvo de denúncias registradas pela Secretaria de Desenvolvimento Territorial - SEDET, sendo os maiores causadores de desconforto sonoro os estabelecimentos comerciais, bares e restaurantes. Este trabalho tem como objetivo avaliar a implantação de atividades de lazer e o impacto sonoro nas fachadas habitacionais das áreas residenciais no recorte do bairro de Ponta Verde em Maceió-AL, Brasil. A partir de medições dos níveis de pressão sonora, $L_{eq}(A)$ ¹, aos domingos onde a área encontra-se interditada para uso recreacional. Esses dados mensurados serão implantados com uso do software CadnaA, para avaliar o cenário acústico local e das edificações verticais à beira-mar. Assim, é perceptível que a população está inserida em edifícios com baixo desempenho acústico, estando assim, expostas a elevados níveis de ruído residual, podendo sofrer danos não só a saúde auditiva, mas também ocasionando danos psicológicos e cardíacos ao longo do tempo.

Palavras-chave: Fachadas residenciais; Mapeamento sonoro; Software CadnaA.

Abstract

As a result of the disorderly growth of cities, problems arise in vehicular traffic and in the uses and occupations of buildings, factors that intensify the urban noise. The Avenida Silvio Carlos Viana is the target of complaints registered by the Secretariat of Territorial Development - SEDET, being the commercial establishments, bars and restaurants the major causes of noise discomfort. The aim of this work is to evaluate the implementation of leisure activities and the noise impact on the residential areas façades in the clipping of the Ponta Verde district in Maceió-AL, Brasil. From measurements of sound pressure levels, $L_{eq}(A)$, on Sundays where the area is off-limits for recreational use. These measured data will be implemented using the software CadnaA, to evaluate the local acoustic scenario and the vertical buildings by the sea. Thus, it is noticeable that the population is inserted in buildings with low acoustic performance, thus being exposed to high levels of residual noise, and may suffer damage not only to hearing health, but also causing psychological and cardiac damage over time.

Keywords: Residenciais fachadas; Noise mapping; CadnaA software.

Resumen

Como consecuencia del crecimiento desordenado de las ciudades, surgen problemas en el tráfico de vehículos y en los usos y ocupaciones de los edificios, factores que intensifican el ruido urbano. La Avenida Silvio Carlos Viana es el blanco de las quejas registradas por la Secretaría de Desarrollo Territorial - SEDET, siendo los establecimientos comerciales, bares y restaurantes los mayores causantes de las molestias por ruido. El objetivo de este trabajo es evaluar la implantación de actividades de ocio y el impacto acústico en las fachadas de las zonas residenciales en el recorte del barrio de Ponta Verde en Maceió-AL, Brazil. A partir de las mediciones de los niveles de presión sonora,

¹ Nível de pressão sonora médio durante um período, em frequência com ponderação "A".

Leq (A), los domingos en los que la zona está prohibida para el uso recreativo. Estos datos medidos se implementarán con el software CadnaA, para evaluar el escenario acústico local y las construcciones verticales junto al mar. Así, se observa que la población se inserta en edificios con bajas prestaciones acústicas, quedando así expuesta a altos niveles de ruido residual, pudiendo sufrir daños no sólo en la salud auditiva, sino también provocando daños psicológicos y cardíacos a lo largo del tiempo.

Palabras clave: Fachada residencial; Mapa de ruido; Software CadnaA.

1. Introdução

A principal preocupação com o excesso do ruído em bairros residenciais se deve aos prejuízos provocados na saúde humana, tanto ruído oriundo de bares, restaurantes, pessoas que utilizam o espaço para transitar para outros bairros e localidades, turistas e funcionários, que convivem em um ambiente acusticamente insalubre, desenvolvendo suas funções trabalhistas com más condições de trabalho, e os próprios moradores que estão expostos a esse ruído durante longos períodos do dia.

Critérios no projeto para atenuar os impactos sonoros por meio dos elementos construtivos podem ser estabelecidos por projetistas, sendo divididos em duas etapas: decisão do projeto (tipologias do layout) e sistema construtivo. Quando bem definidas, estas decisões evitam desperdícios e diminuem os impactos sonoros na obra, evitando que as construtoras não sigam a norma. Para um bom desempenho acústico, é necessário o adequado isolamento de fachadas, coberturas, entrespisos e paredes de geminação (Alves, pág. 13, 2017).

O isolamento acústico perfeito seria aquele em que um morador não é possível perceber nenhum ruído proveniente do vizinho de cima ou dos lados. Mas, não acontece na maioria das edificações residenciais, o que torna a obra imensamente dispendiosa (Ferreira Neto, 2009, p. 2).

As pesquisas sobre impacto sonoro em fachadas tratam principalmente de dados quantitativos obtidos em medições in loco, e com esses dados possibilitar aperfeiçoar os futuros custos em novas implantações de empreendimentos, ou para o controle de ruído das condições existentes no local. Esses dados em aplicação às exigências da NBR 15575-4 (ABNT, 2013), permitem ao interior da habitação um ambiente que promova a inteligibilidade da fala, além de um ambiente confortável para descanso dos seus moradores.

De acordo com a literatura, a disposição dos edifícios na quadra de frente as fontes sonoras, representadas pela via de tráfego, resulta em uma maior ou menor permeabilidade de um tecido urbano, dentre a perpendicularidade dos edifícios para com a via assim, gerando uma maior permeabilidade ao ruído (Barros, 2016).

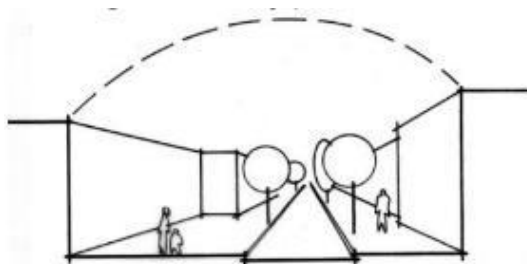
A literatura evidencia que o tráfego veicular é a principal fonte de ruído de um ambiente externo. Considerando que os veículos automotores são as maiores fontes de poluição sonora (Murgel, 2007). Além disso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA²) deveria adotar urgentemente normas internacionais avançadas na produção automobilística para ganhar cerca de 12 dB (A) nos veículos novos, de maneira complementar, com sua competência em inspecionar de modo eficaz os escapamentos dos veículos usados, sua fluidez e congestionamento no trânsito, e controlar a circulação de certas categorias de veículos.

Já em pesquisas realizadas no Rio de Janeiro sobre a influência dos tipos de ocupação no solo da propagação sonora por Niemeyer (2013) confirmaram que o tráfego urbano tem contribuído para a poluição sonora além do desenvolvimento tecnológico e industrial e crescimento sem controle e planejamento das cidades.

De acordo com estudos de Niemeyer e Slama (1998), a rua é um espaço acústico que abrange a via de circulação e seu entorno imediato, compreendendo as calçadas até o alinhamento das fachadas, que envolvem a fonte sonora e o receptor no mesmo local, permitido assim um campo sonoro homogêneo (Figura 1).

² Conselho Nacional do meio Ambiente estabelece padrões para emissão de ruídos no território nacional.

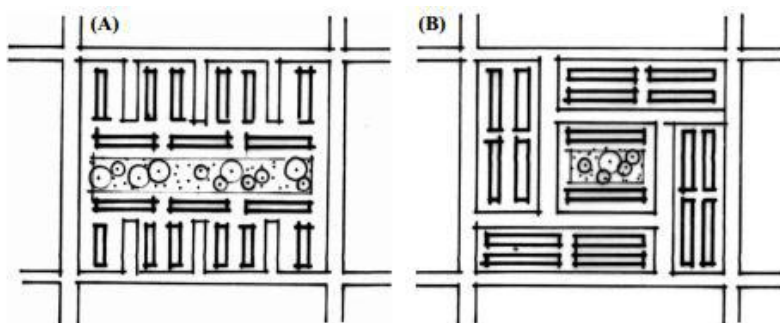
Figura 1. Espaço acústico aberto com representação de rua com tráfego urbano e seus componentes como campo sonoro.



Fonte: Niemeyer & Slama (1998).

Bistafa (2011) estudou formas de amenizar os impactos sonoros provocados por superfícies refletoras, atualmente, estão sendo desenvolvidos revestimentos asfálticos porosos, e assim menos ruidosos. Com relação à forma da quadra seja bem resolvida e planejada, pois, a disposição das edificações dispostas na quadra, influencia na quantidade de exposição ao ruído (Figura 2).

Figura 2. (A) Solução de quadra mais exposta ao ruído das vias de tráfego e (B) quadras menos exposta ao ruído do tráfego.



Fonte: Niemeyer & Slama (1998).

Devido à falta de especificação de variáveis de propagação, reflexão, difração ou outros efeitos das fontes sonoras, os cálculos foram realizados através do método Francês NMPB-2008, que é o método recomendado pela Diretiva Europeia 2002/49/CE (Europeia, 2015). Podendo inserir no software fontes de ruído pontuais ou lineares para representar o barulho do ruído dos comércios e dos veículos.

A abordagem dos resultados encontrados com o uso do mapa sonoro aponta que é possível identificar as zonas com maior ou menor grau de contaminação, para que se consiga criar planos de ação no combate ao ruído. Assim, o mapeamento de ruído de uma região vem se mostrando de intensa importância, por considerar diversas fontes sonoras, diagnosticar o problema, e permitir ao pesquisador propor possíveis soluções para a área (Moraes, 2007).

Diante do exposto, percebe-se uma lacuna nos estudos sobre mapeamento do ruído em fachadas com inserção de fontes pontuais e lineares. Dessa forma, esta investigação pretende contribuir com a comunidade científica nos debates sobre a ferramenta de mapeamento para análise de fachadas residenciais neste estudo com foco em fontes pontuais e lineares, os sons do lazer, considerando dados acústicos.

A partir da problemática apresentada, sobre a proliferação dos sons do lazer e uma cidade litorânea e o mapeamento sonoro de fachadas, esta investigação foi desenvolvida na cidade de Maceió, capital de Alagoas, Brasil. Ao observar a base cartográfica da cidade de Maceió do ano 2000, percebeu-se um quantitativo considerável de espaços de lazer (Prefeitura Municipal de Maceió [PMM], 2000), destacando-se a Avenida Silvio Carlos Viana, com vinte e oito restaurantes e oito bares,

localizados no bairro de Ponta Verde, litoral sul da cidade. A alta densidade de serviços noturnos na avenida foi um forte indicador para escolha deste local como objeto de estudo. Sendo assim, o objetivo desta investigação é analisar o impacto sonoro provocado por serviços noturnos em fachadas de uma área residencial por meio de mapeamento sonoro relacionado aos atributos quantitativos (níveis de pressão sonora)³.

1.1 Gestão e Mapeamento do Ruído Urbano

Para facilitar a adoção de medidas de combate à poluição sonora, a União Europeia determinou, no final do século XX, que os países e cidades deveriam se responsabilizar pelo controle do ruído ambiental de suas respectivas áreas.

Na perspectiva de mapas de ruído, foi instituída, em 25 de junho de 2002, pelo Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, a Diretiva 2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiental. O objetivo principal dessa Diretiva é definir uma abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir, numa base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente, incluindo o incômodo dela decorrente (DIRECTIVE 2002/49/EC, 2002).

Tal Diretiva fornece uma base para o desenvolvimento de medidas comunitárias de redução do ruído propagado pelas principais fontes sonoras. Destaca-se que as indicações expostas na Diretiva se aplicam ao ruído ambiental em que os seres humanos estão expostos, especialmente em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas tranquilas de uma aglomeração, em zonas tranquilas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído (DIRECTIVE 2002/49/EC, 2002).

Dentre as considerações da Diretiva destacam-se: criar medidas para proteção da saúde da população e do ambiente contra o ruído urbano; elaborar uma base para desenvolver e completar o conjunto de medidas comunitárias em vigor quanto ao ruído emitido pelas fontes sonoras; estabelecer obrigatoriedade na elaboração de mapas de ruído em determinadas zonas de interesse, com base nos mapas de ruído, planos de ação que visem à mitigação do ruído urbano em excesso, especialmente níveis que possam trazer efeitos negativos à população (DIRECTIVE 2002/49/EC, 2002).

Por fim, conceituam-se planos de ação como sendo planos que objetivam gerir os problemas e efeitos provenientes do ruído, incluindo, caso necessário, medidas de mitigação no combate à poluição sonora (DIRECTIVE 2002/49/EC, 2002).

Definindo que um mapa de ruído constitui, essencialmente, uma ferramenta de apoio a decisões sobre planejamento e ordenamento do território que permitem visualizar condicionantes dos espaços por requisitos de qualidade do ambiente acústico devendo, portanto, ser adaptado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação. Assim, um mapa de ruído, deverá fornecer informação para atingir os seguintes objetivos:

- Preservar zonas com níveis sonoros regulamentares;
- Corrigir zonas com níveis sonoros não regulamentares;
- Criar zonas sensíveis ou mistas com níveis sonoros compatíveis.

A partir da entrada de dados e especificações realizadas é possível obter representações acústicas em 3D para uma melhor compreensão dos dados analisados, e com esses mapas possibilitar a otimização de custos futuros em novas implantações de empreendimentos ou para o controle de ruído das condições existentes no local.

A manipulação do software é necessária para a elaboração do mapa sonoro, por permitir a visualização da propagação do ruído pelas vias que ficam expostas a ele. O software CadnaA é um dos programas mais indicados para mapeamento sonoro por membros da comunidade Europeia (Europa, 2002).

Os resultados serão apresentados por mapas de ruído com gradientes de cores ou linhas que contornam os níveis sonoros obtidos, com visualização em 2D (planta baixa, cortes e vistas) e em 3D (perspectivas). (Datakustik, 2015)

³ Esta pesquisa resultou em um Trabalho Final de Graduação em 2018.

Devido à falta de especificação de variáveis de propagação, reflexão, difração ou outros efeitos das fontes sonoras, os cálculos foram realizados através do método francês NMPB-2008, que é o método recomendado pela Diretiva Europeia 2002/49/CE (Europeia, 2015). Podendo inserir no software fontes de ruído pontuais ou lineares para representar o barulho do ruído dos comércios e dos veículos.

Mardones (2009) considera que com o auxílio das normas internacionais para os cálculos acústicos é possível obter com o software CadnaA valores estatísticos como de impacto acústico na população por meio de representações gráficas de mapas bidimensionais e tridimensionais.

Com o avanço nos estudos sobre o mapeamento sonoro é possível identificar os níveis de ruído que chegam até as fachadas, já que não foram realizadas medições no interior das edificações, foram realizadas medições a partir dos dados coletados in loco no ambiente externo às edificações. A vertente de pesquisas que utilizam da ferramenta do mapeamento sonoro como ferramenta de avaliação quantitativa e qualitativa do ambiente sonoro é exposto em outros trabalhos com metodologia similar a pesquisa realizada (Brasileiro, 2021; Oliveira, 2021; Vidovix, 2019).

A NBR 15575-4 (2013) determina diferentes classes de ruído, e para cada classe de ruído foram determinados valores de desempenho mínimo, intermediário e superior. Considerando ruídos externos com intensidade da ordem de 55 a 60 dB (A), típicos de áreas residenciais ou pequenos centros comerciais, os valores estipulados para o isolamento acústica foram pensados para repercutir em condições razoáveis de desempenho. Para áreas com a presença de importantes fontes de ruído (rodovias, aeroportos etc.).

2. Metodologia

Para a elaboração deste trabalho, foi adotado o método quantitativo e aplicado a um estudo de caso, tendo esse enquadro de acordo com a literatura específica (Lakatos, 2003). Já as etapas da pesquisa e suas diretrizes foram seguidas em acordo com os parâmetros definidos por Nagem (2004). A seguir serão descritas as quatro etapas metodológicas de acordo com a ordem de execução.

Definição e caracterização do objeto de estudo

Os levantamentos de dados sonoros da Avenida Silvio Carlos Viana aconteceram em 2018 (Oliveira, 2018), para também apresentar a atualização dos dados da base cartográfica de Maceió.

Localizada no bairro da Ponta Verde, tem o desenvolvimento do seu comércio principalmente devido ao mercado turístico, sendo, uma com uma grande rede hoteleira, tendo fontes de ruído provocado pela circulação de veículos, e presença de empreendimento ruídos como casas de show, bares e restaurantes.

O objeto de estudo está situado no bairro Ponta Verde, que partir do levantamento realizado por (Oliveira et al, 2021) foi possível chegar até o valor de 765 recintos (apartamentos ou residências) multiplicado a três moradores por cada, sendo equivalente a 2.301 (dois mil, trezentos e um) moradores na Avenida Silvio Carlos Viana. A Figura 3 apresenta a localização da área de estudo no contexto urbano geral.

Figura 3. Recorte da Avenida Silvio Carlos Viana com apontamento do mapa do bairro de Ponta Verde, mapa da cidade de Maceió, mapa de Alagoas e mapa do Brasil.



Fonte: Google Earth (2018). Adaptado pelos autores.

Por isso, faz-se necessária principalmente a adequada isolamento acústica por parte de fachadas a partir de dados coletados *in loco*, sendo inseridos no software para simulações computadorizadas.

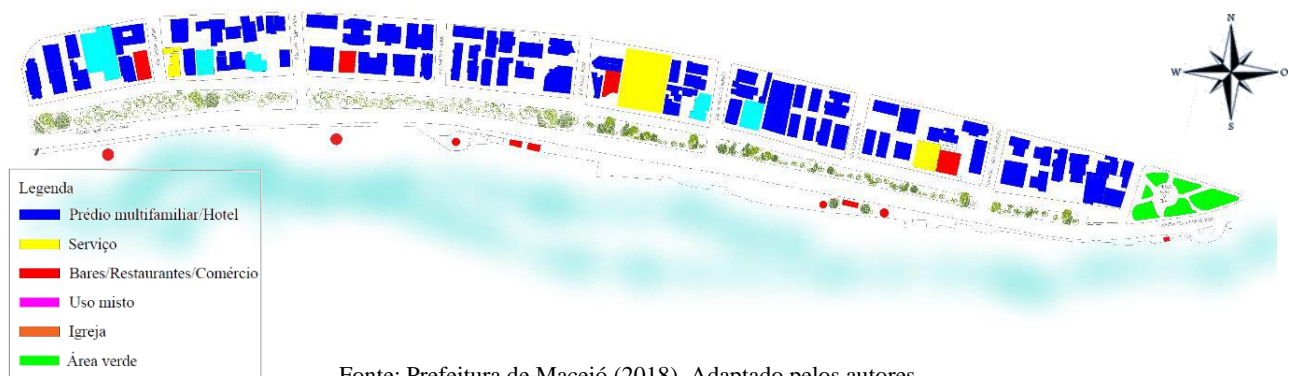
A ocupação da área ocorre principalmente aos fins de semana, sendo, local de encontro as sextas, sábados e domingos anoite em bares e restaurantes, e aos domingos o recorte à é interdita para ser utilizada como área de lazer durante todo o período diurno. O processo de urbanização da área de estudo, apresenta edifícios predominantemente horizontais e destinados ao uso residencial, possuindo alguns pontos comerciais principalmente sendo esses bares, restaurantes e pertencentes à rede hoteleira.

Como o estudo tem como um dos objetivos observar o impacto sonoro causado aos moradores em suas residências, foi levado em conta também, o entorno imediato à avenida em questão, para averiguar como as emissões sonoras se distribuem pela avenida e edificações a seu entorno.

Levantamento dos usos do solo

Esta etapa conta com a execução de critérios relacionados ao levantamento de dados da área em estudo, referindo-se à caracterização dos usos ocupacionais, levantamento dos edifícios multifamiliares, comércios noturnos e serviços (Figura 4).

Figura 4. Mapa com identificação dos principais usos do solo da Avenida Silvio Carlos Viana.



Tais dados subsidiaram a elaboração de um mapa determinativo dos perfis de uso da região, no qual os lotes foram diferenciados por cor, entre: residencial, comercial, misto (residencial e comercial), empresarial/serviço e áreas verdes.

Buscou obter, de maneira precisa, os usos específicos da área estudo, como base a Planta Cartográfica da cidade de Maceió, a princípio, foi criado um mapa base de usos ocupacionais obtido com o auxílio da ferramenta online Google Street View⁴, em seguida, foi concretizada a verificação *in loco* dos usos das edificações localizadas na Avenida Silvio Viana, de modo a ter precisamente a configuração da região e assim obter com o Software CadnaA⁵ resultados mais precisos do ruído das fachadas e espalhamento dos ruídos.

Medições acústicas

As medições acústicas foram realizadas *in loco*, de acordo com os procedimentos sugeridos pela NBR 10151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade (ABNT, 2019). O limite de horário do período noturno é equivalente ao horário das 22 horas do dia anterior até às 07 horas do dia seguinte, no entanto se o outro dia for um domingo o período noturno equivale das 22 horas do sábado até às 09 horas do domingo, sendo assim, as atividades realizadas na Avenida Silvio Viana iniciam em horário ainda noturno.

O equipamento adotado foi o medidor de pressão sonora 01 dB- Metravib Solo, classe 1⁶, devidamente calibrado, mantido durante as medições sempre a 1,20 metros do chão, preso a um tripé, e afastado a 2,00 metros de qualquer barreira vertical como paredes ou portões como recomendado pela literatura (Nagem, 2004). As medições foram realizadas de acordo com a localização das fontes sonoras e traçado urbano, considerando o período entre 09 horas e 00 horas como horário de uso comum dos usuários da via e dos empreendimentos locais.

A partir dos dados coletados em campo foram definidos os dias e horários das medições de ruído considerando três cenários existentes, o primeiro em um dia comum de uso em períodos cotidianos de uso, o segundo cenário representando um sábado devido ao uso boêmio da área e um terceiro cenário aos domingos nos três horários de uso da área sendo esses das 9 às 11, 15 às 17 e das 20 às 22 horas. Ainda segundo a Norma, os horários diurnos de medição são baseados em horários sem pico de usos e de fluxo veicular, já o horário noturno foi definido de acordo com o horário de início das atividades de lazer noturno.

Metodologia para elaboração dos mapas sonoros

A partir da coleta de dados foi realizado o mapa sonoro dos bairros com o uso do programa computacional CadnaA, permitindo serem observados os seguintes aspectos:

⁴ Ferramenta que disponibiliza vistas panorâmicas de lugares por todo o mundo.

⁵ Estudo de impacto sonoro: cálculo, avaliação, predição e representação do impacto sonoro no meio ambiente.

⁶ É um instrumento que possibilita maior precisão nos resultados.

- a) as principais fontes de ruído;
- b) as principais vias com altos e baixos índices de ruído;
- c) a análise do entorno e ocupação do solo;
- d) estudo de fachadas.

Com uso das medições in loco foi possível ser gerar o mapa sonoro da área selecionada como objeto de estudo. Nesses mapas será possível observar o impacto acústico a que os edifícios da região estão submetidos em diferentes cenários de ruído ambiente. O CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) leva em consideração parâmetros que influenciam na emissão, propagação e recepção de ruído, com diversas camadas como: topografia que apresenta as curvas de nível do local, edificações que são as massas edificadas e rodovias que compõem a área.

3. Resultados e Discussão

De acordo com as normas que objetivam o conforto acústico da comunidade, áreas de predominância residencial, como a da Av. Silvio Carlos Viana e entorno imediato, deveriam revelar-se com níveis de ruído estabelecidos pela NBR 10151:2019 para tal configuração, uma vez que a prioridade é o cuidado com a qualidade de vida.

Sendo considerado um ponto de encontro por muitos grupos, a Avenida Silvio Viana serve de encontro para caminhadas, passeatas religiosas, paradas do Orgulho LGBTQI+, concentração de blocos carnavalescos, encontro para assistir à Copa do Mundo de Futebol, protestos políticos, culturais e sociais, eventos culturais, lazer familiar, além de shows e festas realizados pelos bares e restaurantes.

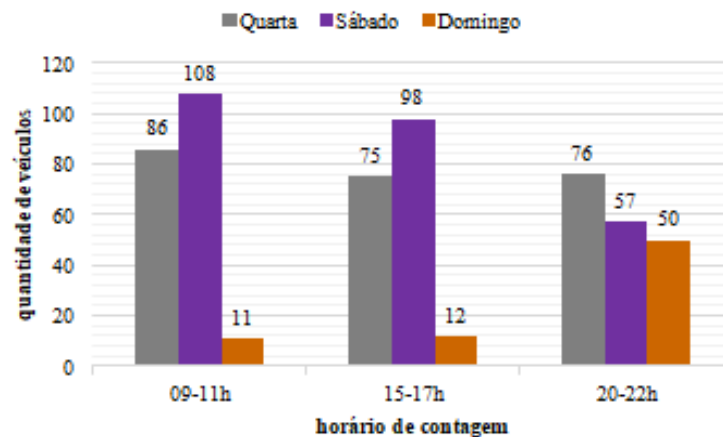
Avaliação Dia a Dia

Após a análise de dados ponto a ponto de medição, faz-se necessário conhecer estes pontos e como esses se comportam em conjunto e durante os distintos dias da semana estudados, de forma a obter-se uma visualização geral da diferença entre os comportamentos relativos aos Níveis de Critério de Avaliação de cada dia.

A partir dos dados analisados, é perceptível a influência dos comércios localizados na região como uma das principais fontes sonoras, além de que, grande parte advém do fluxo constante de veículos.

Com base nos levantamentos de veículos durante as medições, foi elaborado um gráfico dividido pelos três dias da semana avaliados em distintos horários, demonstrando a média veicular computado simultaneamente às medições dos pontos estudados (Figura 5).

Figura 5. Média de veículos entre pontos mensurados por dia da semana.



Fonte: Autores (2022).

É visível que a média de veículos da Quarta-feira e Sábado no período diurno é superior aos demais, fator que por corresponder a um dia útil de trabalho e estudo, o que ocasiona um maior tráfego no local de estudo e o outro ser um dia de lazer a população que busca por bares e restaurantes à beira-mar. O período noturno, a maior quantidade de veículos é observada no Domingo (após o período de abertura da rua), visto que é um ponto de encontro para população que procura lazer e entretenimento em bares e restaurantes do local, isto se deve ao contingente de população que se encontra já na Avenida, somando-se ao contingente de população que chega para os lazes noturnos.

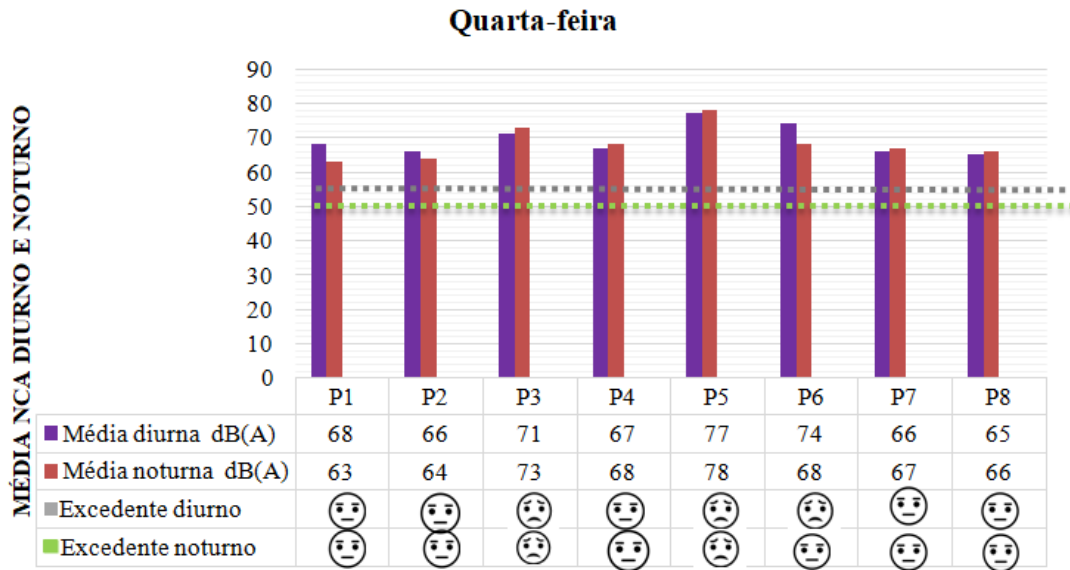
Quarta-feira

A Quarta-feira foi o primeiro dia do intervalo em que foram realizadas as medições de níveis de pressão sonora. Ela foi escolhida por ser um dia útil da semana, mesmo assim representar a realidade diurna e noturna média da semana, na qual as fontes sonoras em sua maioria são constantes entre a Segunda-feira até a Quinta-feira.

Logo, temos as atividades diurnas acontecendo normalmente e, também, o início das atividades noturnas que ocorrem por todas as noites sendo, com menor intensidade no meio da semana. Lembrando que este está entre os dois dias com menor fluxo de veículos tanto durante o dia quanto à noite. Dito isto, os resultados das médias dos níveis de pressão sonora mensurados estão dispostos na Figura 6.

Legenda: 😊 -60 😐 61 – 70 😞 71 – 79 😡 80+
Satisfatório Tolerável Desagradável Insalubre

Figura 6. Média Nível de Pressão Sonora na Quarta-feira nos períodos diurno e noturno.



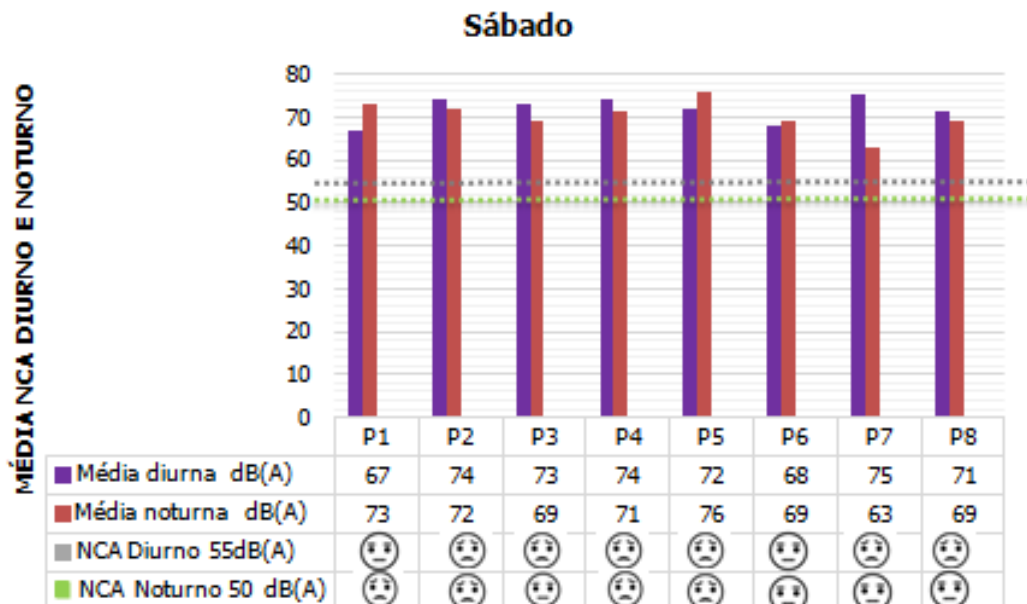
Fonte: Autores (2022).

Como é possível identificar na figura 6, nenhum ponto de medição permaneceu dentro do padrão estabelecido pela NBR 10151 (ABNT, 2019) que determina Níveis de Critério de Avaliação Diurno e Noturno- 55 dB (A) e 50 dB(A) respectivamente.

Sábado

Contudo os resultados de níveis de pressão sonora aumentaram significativamente relacionando essa extrapolação dos valores com o aumento do tráfego de veículos (quantidade considerável de motos) e com a quantidade de pessoas e atividade dos bares e restaurante, havendo um aumento considerável nos resultados, como visto na Figura 7:

Figura 7. Média Nível de Pressão Sonora no Sábado nos períodos diurno e noturno.



Fonte: Autores (2022).

Aos Sábados, a maioria todos os comércios noturnos encontram-se abertos desde as 09h até a madrugada do domingo, aumentando a movimentação de pedestres e veículos, havendo também um grande aumento na movimentação de tráfego e pessoas que usam a avenida para chegar à praia, aos variados barezinhos e restaurantes presentes na área, ou simplesmente à suas casas, como moradores locais.

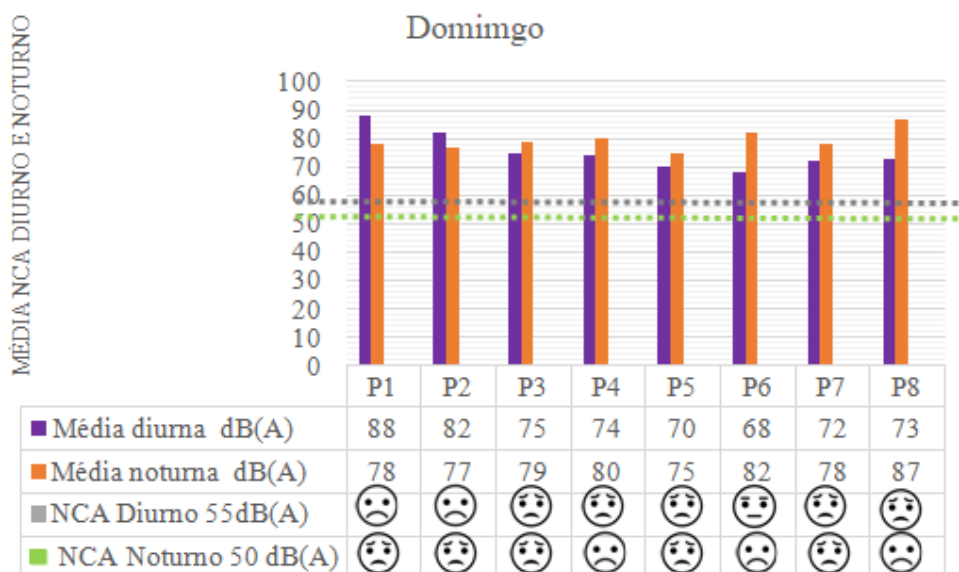
Os pontos P2, P4 e P5 obtiveram os mais altos níveis de ruído, apresentando valores acima de 70 dB (A) tanto no período diurno como noturno.

Domingo

Aos Domingo as atividades na área são intensificadas por conta do projeto Rua fechadas, os comércios encontram-se abertos por todo o dia e com o aditivo de comércio em atividades de lazer, além da quantidade desordenada de ambulantes visto que, apenas os ambulantes fixos são catalogados pela Secretaria Municipal de Segurança Comunitária e Convívio Social (SEMSCS), havendo também uma grande concentração durante todo o dia de ambulantes não registrados que em sua maioria utilizam aparelhos sonoros.

É certo que, o fluxo de veículos neste dia exibiu-se consideravelmente menor por estar restrito aos estacionamentos laterais e vias de acesso à avenida, porém a redução considerável no tráfego de veículos não mudou os resultados encontrados visto que os diversos usos na rua provocam o aumento dos ruídos na área, como visto na Figura 8.

Figura 8. Média Nível de Pressão Sonora no Domingo nos períodos diurno e noturno.



Fonte: Autores (2022).

As medições realizadas no Domingo não apresentaram resultados esperados de medição de acordo com as recomendações da NBR 10151 (2019), todos os pontos qualificaram-se como desconfortáveis e possivelmente problemáticos a a saúde para a comunidade permanente e variante desta área.

Mapeamento Sonoro

A última análise a ser apresentada refere-se a análise dos mapas sonoros e o os níveis de pressão sonora obtidos em fachadas, nos diferentes cenários acústicos. critério estabelecido para a análise desses cenários baseia-se nos aspectos

relacionados aos níveis de pressão sonora obtidos in loco, à exposição dos mapas sonoros (horizontais e verticais) e à análise comparativa entre eles. Para o plano vertical a malha adotada foi de 10x10m, com altura de corte de 50 metros.

Observa-se nos mapas verticais, que não há acentuados desníveis topográficos existentes na Avenida Silvio Viana e suas ligações não havendo assim atenuações sonoras nas edificações localizadas na área. A falta de desnível não permite o maior distanciamento entre a fonte sonora (veículos) e o receptor (residências) resultando em menores níveis sonoros.

Os pontos que apresentaram maior concentração do ruído, com índices bem acima dos recomendados pela norma, são: próximos ao bar Kanoa (com níveis sonoros atingindo 75 dB(A) no período matutino e 85 dB(A) no período noturno e as proximidades de um edifício em obra (até 75 dB(A) pela manhã e 85 dB(A) pela tarde).

Apesar do nível de ruído mínimo para o Grupo III admitir 35 dBA para obter o isolamento mínimo necessário, pode ser concluído a partir desse resultado que a área de estudo não se enquadra totalmente em nenhum dos grupos determinados pela NBR 15575, e assim, ressaltando a importância da revisão dessa norma. Outro cenário admitido com o mesmo edifício é com relação a simulação computacional desses mesmos edifícios em período com a obra inutilizadas, sendo assim a simulação foi realizada considerando o período noturno e assim admitindo como principal fonte sonora o tráfego veicular, bares das proximidades, ambulantes e o tráfego de pessoas da área.

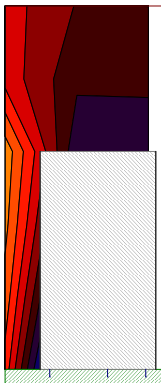
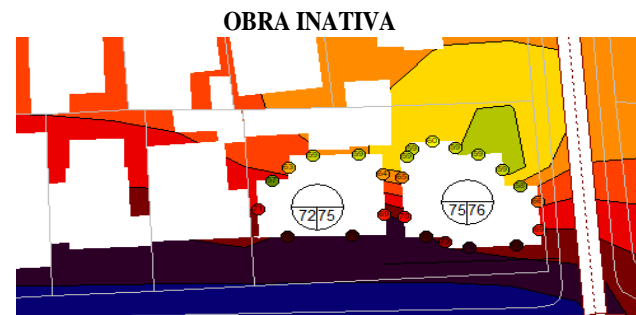
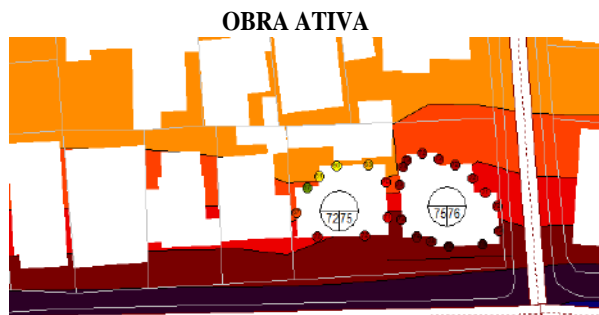
Já os resultados obtidos nas simulações para as fachadas estão organizados a partir dos cenários mais críticos e os mais saudáveis, sendo um em cada dia analisado (Tabelas 1 a 3).

Tabela 1. Compilado de dados extraídos nas medições e mapeamento – quarta-feira.

QUARTA-FEIRA

Apesar da quarta-feira se comportara como um dia útil e sendo assim, um dia pouco requisitado para lazer, apresenta por muitas vezes níveis de ruído inadequados para a saúde da população.

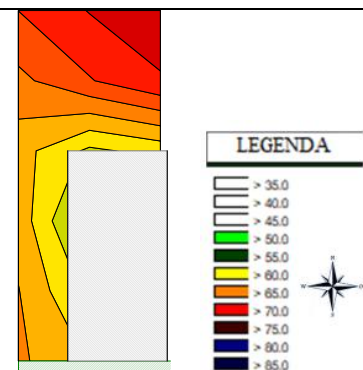
Entretanto, a pouca quantidade desses usos não é suficiente para admitir níveis sonoros adequados, principalmente em decorrência da grande circulação de pessoas, visto que a avenida é muito utilizada para atividades ergométricas e ambulantes que trafegam durante todo o dia.



O edifício selecionado para análise é um prédio residencial em fase de construção, apresentando atividades ruidosas, deixando assim os residentes da circunvizinhança em um ambiente insalubre, não só em meio urbano, mas também no interior das edificações principalmente quando as vedações delas se encontram abertas.

No cenário atual, foram simulados os mesmos edifícios, visto que as edificações obtiveram valores discrepantes em simulações realizadas em diferentes horários. O cenário onde foram apresentados os níveis mais altos em Laeq se deve pelo fato das edificações se localizarem em frente a um bar e um restaurante.

O cenário que apresenta melhores condições acústicas apresenta essas condições em horário matutino, visto que a maioria dos bares e restaurantes ainda não iniciaram suas atividades e assim a região apresenta como sua principal fonte sonora o tráfego de veículos e a movimentação de turistas e moradores. Mesmo com a obra inativa é possível notar que os níveis de ruído obtidos ainda não se encontram em de acordo com as normas, visto que no período noturno o tráfego de veículos na região é intensificado.



Fonte: Autores (2022).

A partir dos dados da Tabela 1 é possível compreender não só o ambiente sonoro, como também o ambiente a que as edificações estão expostas, e que assim podem estarem sujeitas a níveis de ruído em que sua estrutura construtiva não esteja

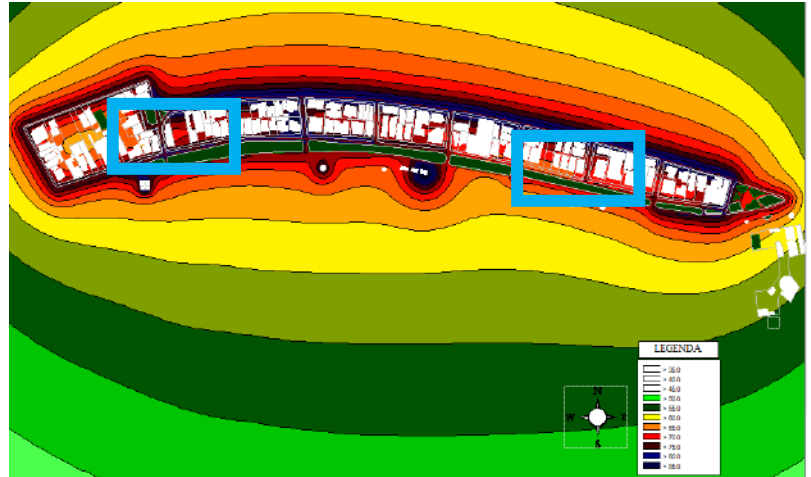
apropriada a dissipar. A partir dos dados obtidos nesse cenário é possível compreender o impacto ocasionado pelo fluxo de veículos intenso da área em dias úteis.

Tabela 2. Compilado de dados extraídos nas medições e mapeamento - sábado.

SÁBADO

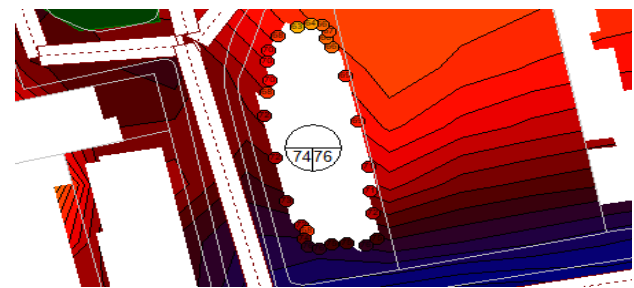
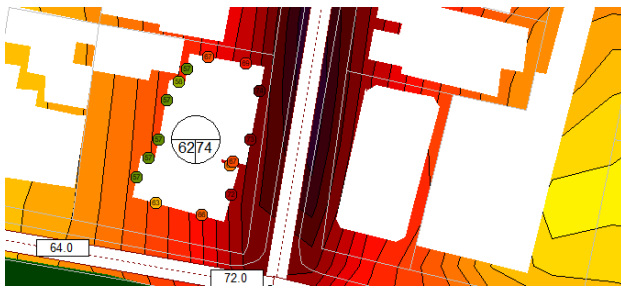
As simulações realizadas apresentam as condições acústicas, no cenário admitindo dois edifícios em um sábado em período noturno considerando a pior e a melhor situação encontrada na área.

O sábado em período noturno na Avenida Silvano Viana é caracterizado pelo funcionamento dos comércios noturnos, provocando assim a exposição das residências em períodos de descanso, com essas atividades sendo realizadas até as 5 horas da manhã do dia seguinte.



MELHOR CENÁRIO ACÚSTICO

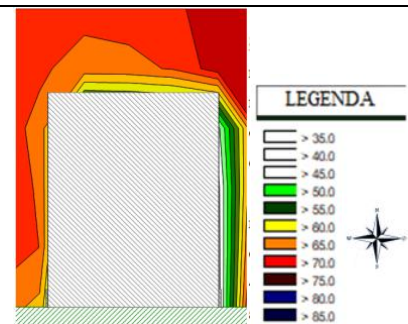
PIOR CENÁRIO ACÚSTICO



O Edifício Sirius é composto por 5 pavimentos e 11 apartamentos no total, tendo em média 55 moradores. Apesar dos resultados obtidos em algumas simulações não sejam tão alarmantes, é necessário ressaltar que mesmo em edifícios de alto padrão como os estudados aqui, o sistema construtivo comum (alvenaria, estrutura, vidros, entre outros) apresentam um isolamento de apenas 20dBA. Estando assim com 54dBA transmitido para o interior da habitação, e assim necessitando de um isolamento mínimo de 34dBA, para que o ambiente principalmente do quarto esteja com no máximo até 40dBA de ruído ambiental.

Edifício Ponce de Leon, apresenta 8 pavimentos e 25 apartamentos, com 75 moradores aproximadamente, a frente de um movimentado bar, com fachadas recobertas de cerâmica, fechamentos em vidro e esquadrias em alumínio.

A qualidade dos materiais empregados, não é suficiente para isolar o suficiente do ruído externo, tendo que apresentar um isolamento de 40 dBA, para obter o máximo de 40 dBA, admitidos de transmissão do ambiente externo.



Fonte: Autores (2022).

O cenário acústico apresentado no sábado em comparativo quantitativo é aproximado aos dados obtidos no dia útil mensurado, as diferenças podem ser observadas com a coleta de fontes sonoras, já que a predominância de fontes

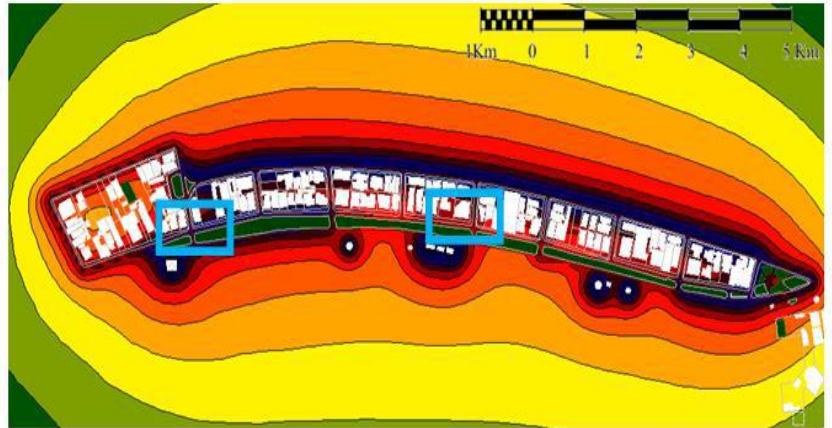
sonoras do sábado corresponde ao ruído proveniente dos bares e restaurantes, além do aglomerado de usuários que utilizam do espaço para caminhadas, turismo e apreciação da paisagem da orla marítima.

Tabela 3. Compilado de dados extraídos nas medições e mapeamento - domingo.

DOMINGO

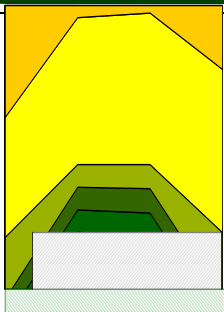
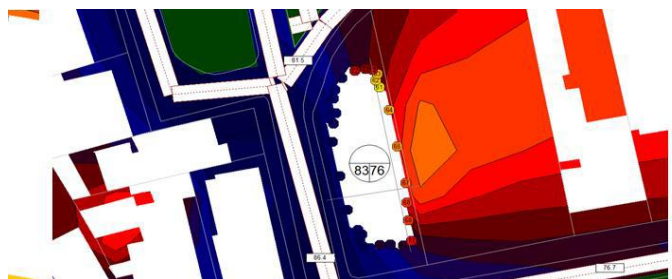
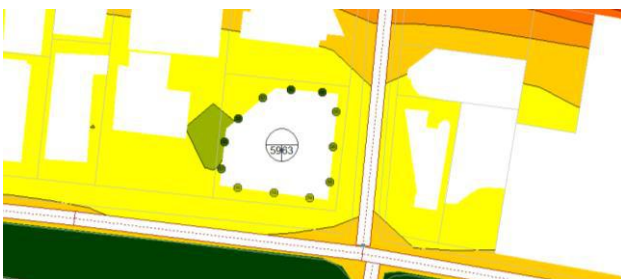
O domingo apresenta diversos cenários sonoros, com maior quantidade de fontes sonoras na área de estudo, o domingo também apresenta altos níveis de ruído e assim, refletindo também nos níveis obtidos nas fachadas.

No cenário atual foram selecionadas residências com apenas um pavimento e um edifício residência com oito pavimentos, sendo possível identificar com essas diferenças de densidade a diferença no espriamento do ruído.



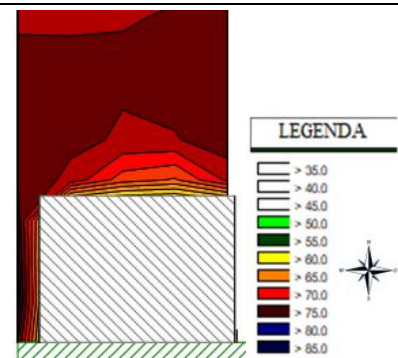
MELHOR CENÁRIO ACÚSTICO

PIOR CENÁRIO ACÚSTICO



O Edifício **Bétula** é composto por 5 pavimentos e 16 apartamentos no total. O Edifício em questão encontra-se a poucos metros de uma movimentada churrascaria da região, o ambiente do Edf Bétula apresenta o menor nível de incidência de ruído nas fachadas mesmo sendo localizado em uma esquina de acesso ao interior do bairro de Ponta Verde, apresentando 56 dBA transmitido para o interior da habitação, e assim necessitando de um isolamento mínimo de 36 dBA, para que a edificação esteja com o máximo de 40dBA de ruído ambiental.

Essa situação pode ser explicada em virtude de raios de som ser transmitidos no meio urbano, sendo difundidos e quando não tiver sua direção voltada para ambientes com menos barreiras acústica em direção à ao ar, assim esses se dispersam em direção a pontos mais altos do meio urbano, e assim com poucas ou quase nenhuma barreira permitindo que o som se propague por mais tempo.



Fonte: Autores (2022).

O cenário acústico encontrado no domingo tem sua característica por apresentar o projeto Rua fechada, que das 08h às 17h a rua fica interditada para tráfego de veículos e estando apropriado para diversas atividades como: playground e recreação infantil, atividades físicas diversas, shows, passeatas, além dos bares e restaurantes que permanecem com uso de sons e shows em seu ambiente interno. O reflexo desses sons em conjunto é refletido no ambiente sonoro que foi o mais ruidoso em dados quantitativos.

4. Considerações Finais

Este artigo propôs e demonstrou uma ferramenta de mapeamento sonoro para analisar fontes lineares e pontuais (veículos, bares, restaurantes...) e os impactos em fachadas residenciais. Uma estrutura de mapeamento foi proposta considerando os mapas de fonte sonora (identificação de fontes sonoras e distribuição de NPS). Por meio dessas análises foi possível identificar o impacto proveniente do lazer e do tráfego viário da Avenida Silvia Carlos Viana e investigar o excedente do ruído nessas fachadas.

Os estudos mostram a grande quantidade de estabelecimentos comerciais, tanto diurnos quanto noturnos que continuam crescentes na região e como eles encontram-se tão próximos às residências sem nenhum tratamento acústico ou limite no seu horário de funcionamento.

A partir das análises já apresentadas, foram distribuídos pontos de medição na área de estudo para obter uma abrangência maior do assunto. Os dados computados levaram também em consideração características físicas e comportamentais da área de cada ponto de medição, junto ao levantamento de estabelecimentos noturnos e do tráfego na região, de modo a estudar a influência deles no aumento do nível de pressão sonora na área em estudo, e assim ser possível obter o mapeamento sonoro para visualização da contribuição de todos os tipos de fontes sonoras.

Houve algumas limitações no desenvolvimento do levantamento de dados do trabalho, a maioria ligada à falta de segurança pública no local, que apesar do constante policiamento principalmente por ser uma área turística, ainda é alvo de furtos constantes relatados pela população e que se tornaram empecilho também para a concretização deste trabalho, já que foi evitada a realização de medições no período depois das 22 horas, sendo importante visto que o funcionamento dos comércios noturnos se estende até o amanhecer.

Todos os resultados encontrados tanto no período diurno quanto no noturno, excederam os valores recomendados pela ABNT através da NBR 10151:2017, na qual os níveis de pressão sonora diurno não deveriam passar de 55dB(A) e noturno de 50 dB(A). A norma ainda expressa uma faixa limite de 5 dB(A) a mais destes valores, como sendo ainda resultados confortáveis. Já a Organização Mundial da Saúde dita que valores até o limite de 65 dB(A) podem ainda se comportar como confortáveis ao ouvindo humano. Este órgão acrescenta também que valores acima de 85 dB(A) são considerados insalubres para o ser humano, causando possíveis doenças, estresse, insônia, transtornos psicológicos e até problemas cardíacos.

A partir dos resultados obtidos através do confronto entre as medições sonoras e as simulações computacionais pode ser comprovado que a norma de desempenho NBR 15575 não é suficiente para proteger as habitações dos altos índices de ruído externo. Havendo a necessidade também em rever os grupos de aplicação das habitações, tendo que ser imposto um grupo mais preciso e eficiente para áreas mistas como a área de estudo que apresenta níveis acima de 75 dBA.

É necessária uma maior atenção dos órgãos governantes para este problema, que deve ser visto como pertencente a uma política de saúde pública, e em que o próprio governo pode ser considerado poluidor indireto quando se omitir do exercício de controle e fiscalização ambiental, sendo importante salientar a necessidade da participação da própria sociedade junto aos governantes, para que a luta contra este fator ambiental, que é o ruído, e assim seja possível obter a qualidade de vida necessária.

Apesar de apresentar informações relevantes sobre os diversos cenários acústicos na área, esta investigação mostrou limitações devido aos horários de captura dos níveis de pressão sonora, visto a falta de segurança na área e horário noturno.

Portanto, em trabalhos futuros, pode-se adotar uma amostragem mais representativa, além de inserir nas análises parâmetros da paisagem sonora (percepção da comunidade, usuários, turistas) para a produção de mapas sonoros e medições acústicas *in situ* em bandas de frequência terço de oitava.

O mapeamento proposto pode ser utilizado como ferramenta para a análise e gerenciamento de fontes lineares e pontuais no espaço urbano. Sendo assim, esta pesquisa corrobora com os estudos de ambientes sonoros individualizados, o que ajuda a reconhecer e preservar a identidade do estudo de caso.

Por fim, o presente artigo prossegue o debate com futuros trabalhos com estudos referentes ao impacto sonoro em fachadas, com o uso de outras ferramentas de análise como: medições de ruído do ambiente interno das edificações, a fim de englobar os níveis de ruído, que adentram as edificações nos diferentes cenários a serem analisados. Outro estudo a que se pode realizar, para compor um aprofundamento do comportamento acústico da área de estudo se deve a aplicação da metodologia empregada a paisagem sonora, para ser realizada a conexão entre os dados quantitativos e qualitativos pertinentes.

Referências

- ABNT. (2019). NBR 10151: Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 25p. www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/03/ABNT-NBR10151-ACÚSTICA-MEDIÇÃO-E-AVALIAÇÃO-DE-NÍVEL-SONORO-EM-ÁREA-HABITADAS.pdf.
- ABNT. (2013). NBR 15.575. Edificações habitacionais – Desempenho (Parte 4: Sistema de vedações internas e externas – SVVIE). Rio de Janeiro. 57 p. 360arquitetura.arq.br/wp-content/uploads/2016/01/NBR_15575-1_2013_Final-Requisitos-Gerais.pdf.
- Alves, C. M. N. (2017). *Influência de Tipologias Arquitetônicas no Desempenho Acústico de Edifícios Habitacionais Verticais Multifamiliares*. Trabalho Final de Graduação (monografia). Universidade Federal de Alagoas. Maceió – AL. 93p.
- Barros, C. P. G. (2016). *O impacto do ruído de canteiro de obra na qualidade acústica da circunvizinhança: estudo de caso: recorte do bairro da Jatiúca cidade de Maceió-AL*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Maceió-AL.126p. <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/1567?mode=full>.
- Bistafa, S. R. (2011). *Acústica Aplicada ao Controle do Ruído*. (2ª ed.). Blucher. 384p.
- Brasil. (1990). Resolução nº 001, de 08 de março de 1990. *Estabelece padrões para emissão de ruídos no território nacional*. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF. conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=98.
- Brasileiro-Meneses, T. C. (2021). *Mapa de ruído como ferramenta para o planejamento territorial a partir da análise da população exposta: Estudo de caso na área de influência da Rodovia Transamazônica (BR-230) na Região Metropolitana de João Pessoa/PB*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 198p. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/44893>.
- Europeia. J. O. 2002/49/CE. Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão. (2002) Estabelece métodos comuns de avaliação do ruído de acordo com a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/49/oj>.
- European Environmental Agency. (2010). Good practice guide on dose exposure and potencial health effects. Copenhaga. 40p. <https://www.environmental-expert.com/articles/good-practice-guide-on-noise-exposure-and-potential-health-effects-208135>.
- Ferreira Neto, M. F. (2009). *Nível de conforto acústico: uma proposta para edifícios residenciais*. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, SP. 259p. <https://livrariapublica.com.br/pdf-nivel-de-conforto-acustico-uma-proposta-para-edificios-residenciais-maria-de-fatima-ferreira-neto-dominio-publico/>.
- Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. (5ª. ed.): Atlas. 310p. https://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view.
- Mardones, M. D. M. (2009). *Mapeamento dos níveis de ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, através de simulação computacional*. Dissertação (mestrado). Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 59 p.
- Moraes, E. M. L. (2007). *Que é e como se faz um mapa estratégico de ruído*. In: IX Encontro Nacional no V Ambiente Construído e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Anais. Ouro Preto.
- Murgel, E. (2007). *Fundamentos de Acústica Ambiental*: Editora Senac São Paulo. 136p.
- Niemeyer, M. L., Cortês, M. M., & Ribas, L. (2013). *Influência dos padrões de ocupação do solo na propagação sonora*. X Encontro Nacional E Vii Latino-Americano De Conforto No Ambiente Construído – Encac. Brasília, DF. 1 CD ROM.

- Oliveira, P. L., Oiticica, M. L. G. R., & Miranda, E. F. V. (2021). *Mapeamento da paisagem sonora: impactos dos sons da fé. urbe*. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v.13. 22p. 10.1590/2175-3369.013.e20210073
- Oliveira, S., Barbosa, C., Brandão, A., Martins, A., & Oiticica M. Lucia. (2021). *Perfil da poluição sonora durante os anos de 2016 a 2018 na cidade de Maceió – AL*. A Construção Civil: em uma perspectiva econômica, ambiental e social. Vol. 1, p. 55-70. 10.37885/210303913.
- Oliveira, S. R. S. (2018). *Ruídos à Beira-Mar: Impacto Sonoro em Edifícios na Avenida Silvio Carlos Viana, Maceió-AL*. Trabalho Final de Graduação (monografia). Universidade Federal de Alagoas (UFAL). MACEIÓ – AL. 101p. https://issuu.com/stellarsoliveira/docs/ru_dos_beira-mar_-_stella_oliveira.
- Oliveira, S., Vieira, R., Martins, A., & Medeiros, A. (2021). *Ruídos à Beira-mar: Diagnóstico do Ambiente Sonoro da Avenida Silvio Carlos Viana, Maceió-AL*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, 7(9), 94079-94093. 10.34117/bjdv7n9-530.
- Nagem, M. P. (2004). *Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia*. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas, 119 p. www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Dissertacoes/map_analise_ruido_amb.pdf.
- Souza, D. S. (2004). *Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para Sustentabilidade das Cidades Brasileiras*. Tese (Doutorado em Ciências de Planejamento Energético) Rio de Janeiro. 643p. www.ppe.ufrj.br/images/publicações/doutorado/Denise_da_Silva_de_Sousa.pdf.
- Vidovix, Taynara B., Silva, T. P., Novais, N. P., Figueiredo, A. C. F., & Botari, J. C. (2019). Mapeamento sonoro em ambiente urbano: estudo de caso: Zona I do município de Umuarama – PR. *Journal of Exact Sciences*. 21, 12-19. https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190504_154238.pdf.