



FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Ruído de tráfego veicular na Praça da Paz, em João Pessoa: diagnóstico e estratégias de mitigação

Silva, N. L. F.¹; Costa Morais, J. M. S.²

¹ Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, nathalia.lima@estudantes.ufpb.br

² Prof.^a Doutora Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, juliana.costa@academico.ufpb.br

Resumo

O crescente aumento da frota de veículos é uma realidade cada vez mais comum nas grandes metrópoles. Aliado a isso, temos gestores que não se preocupam com os efeitos dessa situação para a poluição sonora, o que culmina em elevados níveis de ruído ambiental. Até mesmo as praças, antes tidas como pontos de refúgio, têm sido paulatinamente atingidas pelo ruído de vias de grande fluxo, cada vez mais próximas desses locais. Assim, os mapas de ruído surgem como importante ferramenta de visualização espacial dos níveis de pressão sonora, possibilitando tanto diagnosticar o problema quanto simular estratégias de mitigação do ruído. Portanto, este artigo objetivou elaborar cenários estratégicos de mitigação do ruído de tráfego para a Praça da Paz, no bairro Bancários, em João Pessoa, com base no mapa de ruído da área. Para isso, metodologicamente realizou-se pesquisa bibliográfica e documental, atualização dos dados obtidos em mapeamento anterior, coleta de dados em campo durante período de pandemia, elaboração e análise dos mapas de ruído produzidos no SoundPLAN®, simulação dos cenários de mitigação do ruído e análise/discussão dos resultados. Como resultados, os mapas mostraram que a área da praça apresenta elevados níveis de pressão sonora, com ruído variando entre 55 e 75 dB (A) em ambos os períodos. Logo, foram simuladas diversas estratégias de mitigação – relacionadas a fonte de ruído, ao meio de propagação e aos receptores – que, combinadas, possibilitaram atenuar o ruído de forma a atender a legislação em diversos pontos e, sobretudo, proporcionar ambientes acusticamente mais saudáveis. Assim, a pesquisa demonstrou a importância de propor soluções embasadas em simulações, evidenciando a importância desse mapeamento para a análise e compreensão dos complexos cenários sonoros urbanos.

Palavras-chave: acústica ambiental, poluição sonora, mapa de ruído, planejamento urbano.

PACS: 43.28.Hr, 43.30.Zk, 43.50.Gf, 43.50.Rq.

Abstract

The growing increase in the vehicle fleet is an increasingly common reality in large cities. Allied to this, we have managers who are not concerned with the effects of this situation on noise pollution, which culminates in high levels of environmental noise. Even the squares, previously considered as points of refuge, have been gradually affected by the noise of high-flow roads, increasingly closer to these places. Thus, noise maps emerge as an important tool for spatial visualization of sound pressure levels, making it possible both to diagnose the problem and to simulate noise mitigation strategies. Therefore, this article aimed to develop strategic traffic noise mitigation scenarios for Praça da Paz, in the Bancários neighborhood, in João Pessoa, based on the noise map of the area. For this, methodologically, bibliographic and documentary research was carried out, updating of data obtained in previous mapping, data collection in the field during the pandemic period, elaboration and analysis of noise maps produced in SoundPLAN®, simulation of noise mitigation scenarios and analysis/discussion of the results. As a result, the maps showed that the square area has high sound pressure levels, with noise varying between 55 and 75 dB (A) in both periods. Therefore, several mitigation strategies were simulated - related to the noise source, the propagation medium and the receivers - which combined made it possible to attenuate the noise in order to comply with the legislation in several points, and above all to provide acoustically healthier environments. Thus, the research demonstrated the importance of proposing solutions based on simulations, highlighting the importance of this mapping for the analysis and understanding of complex urban sound scenarios.

Keywords: environmental acoustics, noise pollution, noise map, urban planning.



1. INTRODUÇÃO

Acústica ambiental, segundo Souza et al. [1], é o ramo da acústica que estuda os ruídos de ordem externa à edificação, em particular os ruídos urbanos, como aquele proveniente do tráfego veicular, apontado por Silva (2004), como principal fonte da poluição sonora nos centros urbanos, representando cerca de 80% da energia acústica total do ambiente urbano [2].

Com o acelerado crescimento dos centros urbanos, considerando, cada vez mais a concentração da população nas grandes cidades, e associando a isso a tendência de espraiamento das malhas urbanas, com a ampliação da rede viária, verifica-se um consequente aumento da circulação de veículos. Estes fatores contribuem para reunir e intensificar diversos tipos de fontes sonoras, culminando numa agravante elevação dos níveis de poluição sonora no ambiente urbano [3].

Tratando da propagação do ruído ambiental, além da análise da principal fonte, os automóveis, é de suma importância considerar as características do tecido urbano, que influenciam diretamente nos resultados sonoros de determinada área, isto é, os níveis de pressão sonora resultantes de uma mesma fonte podem ser bastante diferentes, dependendo das características geométricas do entorno [4].

Dessa forma, dentre as muitas ferramentas de avaliação do ruído urbano, surgem os modelos computacionais, como os mapas acústicos, também denominados mapas de ruído ou mapas sonoros, que se apresentam como uma ferramenta fundamental de predição da poluição sonora, possibilitando visualizar espacialmente os níveis de pressão sonora de uma determinada área e constituindo atualmente um importante instrumento de planejamento urbano [5].

Sua relevância consiste tanto no diagnóstico do problema quanto na proposição de planos de ação e/ou estratégias de controle do ruído urbano, já que através de simulações computacionais da paisagem sonora, é possível identificar áreas mais conflituosas, testar soluções e traçar cenários futuros da poluição sonora que sirvam de suporte para uma melhor

organização dos usos e espaços, visando a melhoria da qualidade acústica das cidades.

Voltando-se para o contexto da cidade de João Pessoa, destaca-se que, por meio de iniciativa acadêmica, registram-se já 5 bairros acusticamente mapeados, em um universo total de 65 bairros da capital paraibana, são eles: Castelo Branco, Bessa, Altiplano, Bancários e Tambaú [6].

Como o mapeamento do bairro Bancários apresentou diversos pontos com níveis sonoros muito acima dos parâmetros estabelecidos na norma nacional NBR 10.151, ou seja, nocivos à saúde da população [7], inclusive a área da Praça da Paz, importante ponto de encontro para o bairro e para a cidade, está foi escolhida como alvo das simulações.

Assim, este artigo objetivou elaborar cenários estratégicos de mitigação do ruído de tráfego para a Praça da Paz, no bairro Bancários, em João Pessoa, com base no mapa de ruído da área.

E para isso, fez-se necessário identificar as principais fontes de ruído e características morfológicas que podem afetar/influenciar acusticamente a área da praça e edificações sensíveis no entorno; confrontar a situação acústica da praça com a legislação sonora vigente; avaliar os efeitos de diferentes estratégias de mitigação do ruído urbano na acústica ambiental através de simulação computacional de diferentes cenários;

2. FUNDAMENTOS

A propagação sonora ao ar livre se dá, resumidamente, através da relação entre três componentes: a fonte sonora, a trajetória de transmissão e o receptor.

Logo, é importante que o estudo de estratégias de mitigação considere as diversas características da morfologia urbana que condicionam a propagação do ruído, principalmente aquelas relacionadas a atenuação sonora ao ar livre. Assim, entre os elementos de maior influência nessa relação, estão:

A **distância entre fonte sonora e receptor**, visto que, como o ar não é um meio perfeitamente elástico, há perda de energia na transmissão aérea do ruído, que varia conforme a frequência do som e as condições meteorológicas [8]. Destaca-se que, para as fontes sonoras pontuais, a atenuação do ruído é de 6 dB (A) a cada duplicação da distância da fonte. Já para fontes sonoras lineares, a atenuação do ruído é menos intensa, havendo perda de 3 dB (A) cada vez que se dobra a distância [9]. Assim, nas rodovias, um veículo isolado tem comportamento de fonte pontual, enquanto o ruído residual de tráfego, constante ao longo da via, comporta-se como fonte linear [8].

O **tipo de recobrimento do solo**, já que, segundo Bistafa (2018), reflexões no solo interferem com o som direto, causando atenuação, no caso dos solos macios (vegetação e terra arada) ou, menos frequentemente, amplificação, no caso dos solos duros (asfalto, concreto e pedra) [9]. E, como observa-se que, em geral, as vias presentes nos centros urbanos são revestidas com materiais de características refletoras, esse fator também contribui para o aumento do ruído nas cidades [10].

As **barreiras acústicas**, ou quaisquer anteparos posicionados entre a fonte produtora de ruído e o receptor, devido ao princípio da difração, que consiste na propriedade das ondas sonoras de transpor obstáculos entre sua fonte e os receptores, mudando sua direção e reduzindo sua intensidade [11].

Assim, os próprios edifícios, quando se interpõem entre a fonte e o receptor, também podem funcionar como barreiras acústicas, atenuando os níveis de pressão sonora. Nesse caso, é importante observar questões relacionadas a implantação e garantir que o edifício diretamente exposto a fonte não apresente usos sensíveis ao ruído.

As **características geométricas do entorno**, uma vez que em ruas com perfil “L”, que se configuram quando o espaço acústico é aberto (figura 1), há reflexão do som em apenas um dos lados e, portanto, não há reverberação e a

influência do som refletido não é tão grande. Enquanto, em ruas com perfil “U”, margeadas por barreiras ou edificações coladas [4], ocorre a reflexão do som produzido na via, em ambos os lados, gerando reverberação, fenômeno conhecido como cânion urbano [12].

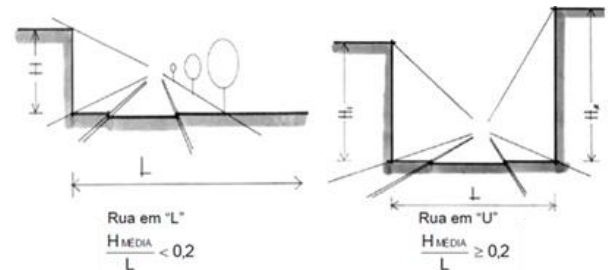


Figura 1: Desenho esquemático de ruas em perfil “L” e “U” (retirado de Niemeyer [4]).

A **vegetação densa**, posto que áreas densamente arborizadas conferem atenuação adicional ao som. Muito embora, para que isso ocorra, é necessário que o cinturão verde apresente características e dimensões específicas, ou seja, o plantio de algumas poucas árvores não gera atenuação de ruído significativa, como muitos acreditam.

2.1 Ruído de tráfego veicular

O ruído de tráfego, resultado da combinação do ruído gerado por diferentes veículos, leves e pesados, constitui a mais incômoda fonte de ruído urbano [13]. Nesse sentido, Niemeyer (2007) afirma que os veículos leves, embora, individualmente, menos ruidosos que os veículos de grande porte, são, em conjunto, a maior fonte de ruído urbano [4]. Outro ponto importante é que os caminhões, automóveis e motocicletas emitem diferentes níveis sonoros com diferentes conteúdos espectrais [3].

No caso dos veículos de pequeno porte, o atrito do pneu com a estrada é responsável pela maior emissão do ruído veicular [14]. Nesse sentido, há grande influência do tipo e da conservação do material de recobrimento das vias, pois sabe-se que quanto menor a rugosidade, menor é a vibração durante o atrito entre pneus e material



de recobrimento, portanto, menor também é o nível de ruído produzido.

Logo, o estudo de recobrimentos especiais para controle acústico vem ganhando destaque nas pesquisas, tendo avançado muito aquelas voltadas a um tipo de recobrimento asfáltico ‘poroso’, mas não rugoso (figura 2), que provoca vibração semelhante à de um recobrimento asfáltico convencional liso, já que essa porosidade o torna absorvente sonoro ao reduzir ruídos de atrito e aerodinâmicos [8].

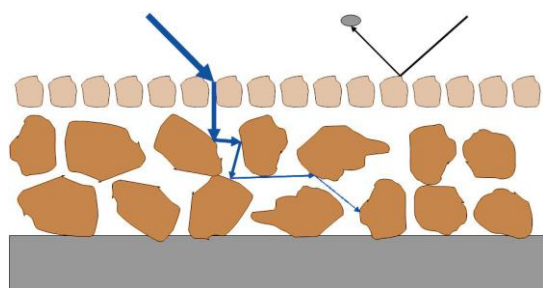


Figura 2: Princípio do asfalto poroso de camada dupla (retirado de Haider et al [15]).

Isso posto, é de extrema importância que o traçado das vias e sua declividade sejam objeto de atenção dos planejadores urbanos no que diz respeito ao controle do ruído rodoviário. Logo, evitar rampas e curvas acentuadas, além de distanciar vias de tráfego principais, assim como rodovias, de receptores potencialmente sensíveis ao ruído, são algumas das medidas possíveis para controle da poluição sonora.

Em relação a velocidade dos veículos em trânsito, segundo Barbosa (apud MURGEL, 2007) [8], a redução da velocidade média de tráfego em uma via de 50km/h para 30km/h, implica a diminuição de 4dB a 5dB no nível de ruído de tráfego. Já na situação de congestionamento intenso (10 km/h), percebe-se que o nível de ruído é bastante elevado (acima dos 80dB). E entre 30km/h e 40km/h, há redução da intensidade sonora, que chega ao mínimo nível possível para uma via de tráfego, e a partir disso, com o aumento da velocidade se observa também aumento contínuo e praticamente linear do ruído.

2.2 Mapas acústicos

É fato que os ambientes urbanos apresentam cenários acústicos complexos, assim seu estudo precisa considerar a participação de várias fontes sonoras. Nesse sentido, os modelos computacionais, tal como o mapeamento e a predição sonora, se tornam facilitadores, uma vez que possibilitam modelar, com boa precisão e relativa rapidez, as mais complexas situações de geração e propagação de ruído [16].

De maneira geral, atualmente, os mapas de ruído são elaborados através de modelagem computacional, com medições de ruído pontuais realizadas para aferição do modelo. A vantagem é o cálculo automático dos níveis de emissão sonora para um grande número de pontos, a partir dos parâmetros de tráfego e das características físicas da área em estudo [17].

Além disso, é interessante destacar que a maioria dos softwares de mapeamento sonoro, como é o caso SoundPLAN®, software utilizado neste trabalho, possibilitam inserir os limites normativos para comparação com os valores obtidos nas simulações, afim de identificar áreas conflituosas. Assim, em relação a legislação brasileira, a norma ABNT NBR 10151, revisada em 2019, estabelece valores de referência de níveis de pressão sonora para ambientes externos a edificações, em áreas habitadas, em função dos usos do solo, conforme indicado na tabela 1 [18].

Tabela 1: Limites de NPS (nível de pressão sonora) em função dos tipos de áreas habitadas e do período (retirado da ABNT [18]).

TIPOS DE ÁREAS HABITADAS	Limites de NPS (dB)	
	P. diurno	P. noturno
De residências rurais	40	35
Estritamente residencial urbana, de hospitais ou de escolas	50	45
Mista predominantemente residencial	55	50
Mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas	60	55
Mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Predominantemente industrial	70	60

3. DESENVOLVIMENTO

O presente artigo seguiu o percurso metodológico apresentado no fluxograma ilustrado na figura 4.

3.1 A área de estudo

A Praça da Paz, área de estudo do presente trabalho, está localizada na zona sul da capital paraibana, em ponto estratégico da principal via do bairro Bancários, a Av. Empresário João Rodrigues Alves (figura 3).

Figura 3: Mapas de localização da área objeto de estudo (elaborado pelas autoras).

Foi inaugurada apenas em 2006, e possui área total de 39.537,19 m², dos quais 12.655 m² correspondem a área verde, ainda que essa última não apresente vegetação densa o suficiente para oferecer atenuação adicional ao ruído (figura 5).

Dispõe de equipamentos como quiosques, parque infantil, anfiteatro, pistas de skate e caminhada e aparelhos para exercício físico, além de quadras de futsal e de areia e um campo de futebol em terreno anexo.

Seu entorno é bastante adensado, sendo ocupado majoritariamente por comércios, serviços e residências unifamiliares e multifamiliares. Próximo ao local também há instituições de ensino e saúde pública, além de um shopping center.

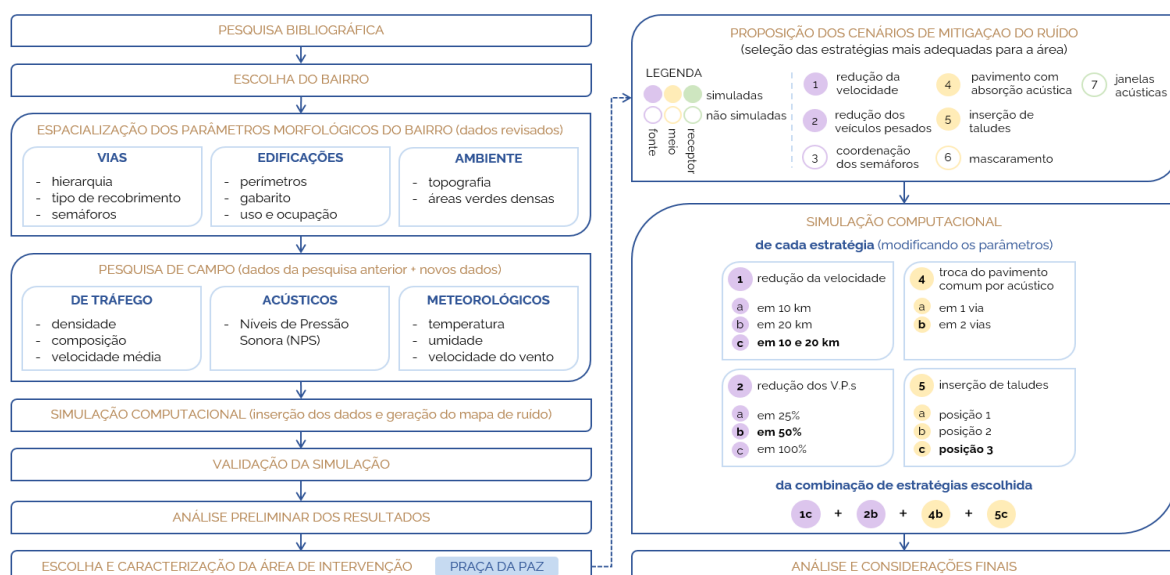
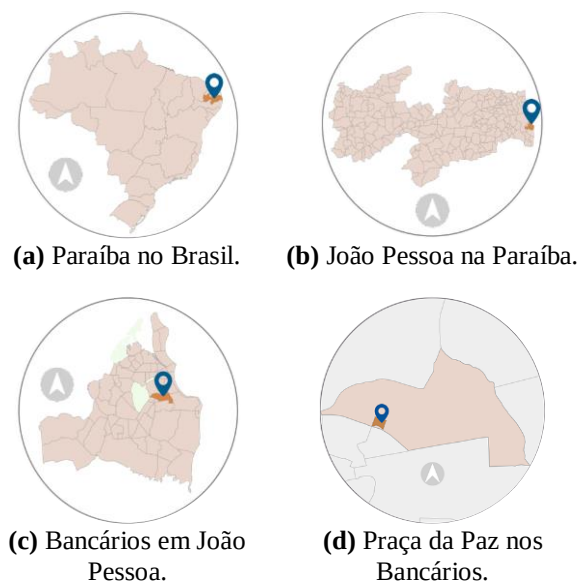


Figura 4: Fluxograma do percurso metodológico adotado no trabalho (elaborado pelas autoras).



Figura 5: Vista aérea da Praça da Paz (retirado do Google Earth).

3.2 Parâmetros morfológicos

Nessa etapa foram levantadas informações cartográficas da área em estudo utilizando o Quantum GIS (QGIS), através de imagens de satélite e do Google Street View. Essas informações são requisitadas durante a geração do modelo tridimensional no SoundPLAN®, com exceção do uso do solo.

Como o bairro já havia sido anteriormente mapeado [7], essas informações já tinham sido levantadas, de modo que, nessa etapa do trabalho, houve o esforço da atualização dos dados, além da ampliação do limite de cálculo em 200m em relação ao limite anteriormente estabelecido. Tal ampliação foi realizada a fim de melhor representar a propagação do ruído nas bordas do bairro, em especial na via principal, visto que a Praça em estudo se situa justamente nessa via limítrofe.

3.3 Parâmetros acústicos e ambientais

Como o foco do trabalho são as estratégias de mitigação do ruído, considerando também o quadro de pandemia/quarentena que se instalou, e o fato de os dados disponíveis não serem tão desatualizados, optou-se por aproveitar os pontos de medição já definidos no primeiro mapeamento, de modo a se aproveitar também os parâmetros acústicos e ambientais já levantados anteriormente. Posteriormente, com a flexibilização da quarentena (set. 2020), foram definidos mais 2 pontos de medição (apenas com a contagem do nº de veículos), localizados justamente na área escolhida para intervenção.

Para aferição do NPS, Lima et al. utilizaram o Medidor Multifuncional ITMP-600, efetuando anotações manuais dos valores de NPS apresentados a cada 15 segundos, posteriormente organizados em tabelas no Excel, nas quais aplicou-se o método alternativo para a determinação do LAeq, como descrito na NBR 10151:2019 [7,18].

Como o propósito da pesquisa era registrar os maiores níveis de ruído de tráfego em diferentes áreas do bairro, optou-se por realizar as

medições em horários de pico do tráfego, em dias típicos de semana (12, 14 e 20 de fevereiro de 2019 - terça, quinta e quarta-feira, respectivamente), das 06:30 às 7:30h (período matutino) e das 17:30 às 18:30h (período vespertino), com duração de 10 minutos por ponto, por turno e por dia, contando com auxílio de 12 voluntários (estudantes da graduação em arquitetura e urbanismo da UFPB) [7].

3.4 Parâmetros de tráfego

O fluxo de veículos também foi registrado no levantamento in loco utilizando contadores manuais, e categorizado em: veículos leves (motos/carros) e veículos pesados (ônibus, caminhões, vans).

Para introduzir os valores no SoundPLAN® foi necessário corrigi-los, calculando o fluxo médio de veículos por hora aferido nos três dias. Como também é necessário que sejam inseridos dados referentes ao volume de tráfego de todas as vias da área em estudo e a contagem de veículos aconteceu apenas em pontos estratégicos, utilizou-se o método estatístico de vizinhança, buscando “suprir os dados ausentes e caracterizar o ruído da área de forma confiável e precisa” [5].

3.5 Elaboração e validação dos mapas de ruído

Nesse estudo, utilizou-se para elaboração dos mapas de ruído e para as simulações das estratégias de mitigação o software alemão SoundPLAN Essential 5.1.

Inicialmente, os mapas produzidos no programa QGis®, foram exportados no formato (*.dxf) e então inseridos no software SoundPLAN®, em que receberam acréscimo de informações, como a atribuição dos dados de volume de tráfego. Assim, para a geração dos mapas sonoros, foram seguidas as etapas de inserção e as configurações para processamento de dados apresentadas por Florêncio, conforme figura 6 e tabela 2, respectivamente [19].

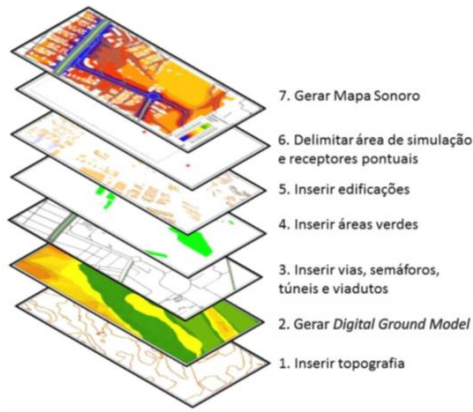


Figura 6: Esquema de inserção de dados no software de simulação computacional (retirado de Florêncio [19]).

Tabela 2: Configurações para processamento de dados nas simulações (adaptado de Florêncio [19]).

Modelo de cálculo	RLS-90	
Condições ambientais	Temperatura	30°C
	Umidade Relativa	74%
Propagação sonora (mapas)	Raio Máximo	1000m
	Reflexão	1
	Malha de Cálculo	20m x 20m
	Altura do nível do solo	1,5m

A calibragem do modelo no software foi realizada a partir da comparação entre os NPS medidos in loco e os valores obtidos a partir das simulações, que resultou em diferença máxima de 3,4 dB (A), abaixo da diferença máxima de $\pm 4,6$ dB definida pela literatura [20], comprovando que os mapas representam a realidade sonora da área em estudo.

3.6 Simulação das estratégias de mitigação do ruído

Posteriormente a geração dos mapas finais, ocorreu sua análise a fim de ressaltar os aspectos mais relevantes do ponto de vista da acústica. Em seguida, foram propostos cenários de mitigação do ruído baseados em estratégias de mitigação identificadas ainda na fundamentação, considerando as possibilidades e limitações do software utilizado.

Tais estratégias foram simuladas através do software de modelagem acústica SoundPLAN®, processo no qual foram geradas e testadas diversas alternativas de acordo com os parâmetros editáveis apresentados no programa, que variavam de acordo com cada

medida, até se chegar em uma combinação de estratégias considerada adequada para a área. Finalmente, partiu-se para a análise e considerações finais sobre todo o trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observando os mapas de ruído, percebeu-se resultados bastante semelhantes, ou seja, críticos em ambos os períodos estudados, visto que a coleta dos dados foi realizada em dois horários de pico. Assim, optou-se por apresentar aqui apenas o mapa de ruído para o período matutino (figura 7), considerando também que nas análises das propostas de intervenção, os valores referentes ao período vespertino (17:30h - 18:30h) não foram comparados com as normas, pois essas, na verdade, estabelecem limites período noturno (22:00h - 07:00h).

O local, de extrema relevância para o bairro, contempla um dos principais pontos de encontro dos moradores, a já mencionada Praça da Paz, que por estar localizada logo ao lado do principal eixo ruidoso do bairro (via Empresário João Rodrigues Alves), está exposta diariamente a níveis de ruído médio que variam entre 55 e 75 dB (A) em ambos os períodos, já considerados nocivos à saúde humana pela OMS.

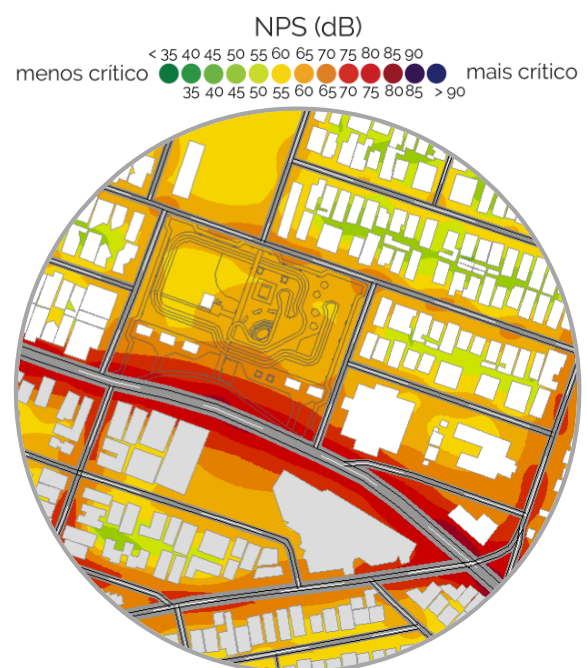


Figura 7: Mapa de ruído da Praça da Paz para o período matutino (06:30 – 07:30h) (elaborado pelas autoras).



Destaca-se que o pico de ruído registrado na área foi de 84.5 dB, quando o recomendado pela norma para zonas mistas predominantemente comerciais/ administrativas é de 60 dB no período diurno. Na UPA - Bancários (Unidade de Pronto Atendimento) — destacada como edifício mais sensível ao ruído na área, considerando o uso hospitalar para o qual a norma determina o limite de 50dB no período diurno — o NPS que chega na fachada mais exposta encontra-se 9.1 dB além desse limite. Entretanto, ponderando que a área é predominantemente ocupada por atividades comerciais, nas simulações adotou-se o limite de 60dB já citado.

Quanto ao gabarito das edificações, nota-se que ainda predominam as construções térreas, mas já se observa o início do processo de verticalização, movimento que geralmente vem acompanhado de aumento do tráfego na área que, sem qualquer intervenção, culmina na intensificação do ruído.

Percebe-se também que no trecho representado em corte esquemático (figura 8), a via apresenta perfil L, justamente pelo campo aberto proporcionado pela praça. Essa configuração,

embora não propicie a ocorrência de reverberação, favorece a propagação do ruído no momento em que não oferece muitos obstáculos capazes de refletir ou absorver os raios sonoros e assim atenuar o ruído, que nesse caso depende principalmente da atenuação ocasionada pela distância, mais lenta. Além disso, a posição dos edifícios em relação a fonte de ruído considerando a orientação dos ventos também é desfavorável, fazendo com que o ruído adentre ainda mais na praça.

Outro agravante é a presença de uma parada de ônibus bem movimentada logo em frente à praça, que contribui para a elevação dos níveis de ruído principalmente através do som estridente emitido pelos freios desses veículos pesados. Além de dois semáforos, pontos de aceleração e desaceleração dos veículos, que em conjunto com as demais características explicitadas contribuem para os altos níveis de pressão sonora identificados na área.

No que diz respeito ao período de pandemia de COVID-19, traçando uma comparação entre os mapas de ruído antes e durante esse momento, afirma-se que, no geral, houve um pequeno aumento do ruído na área, uma vez que se

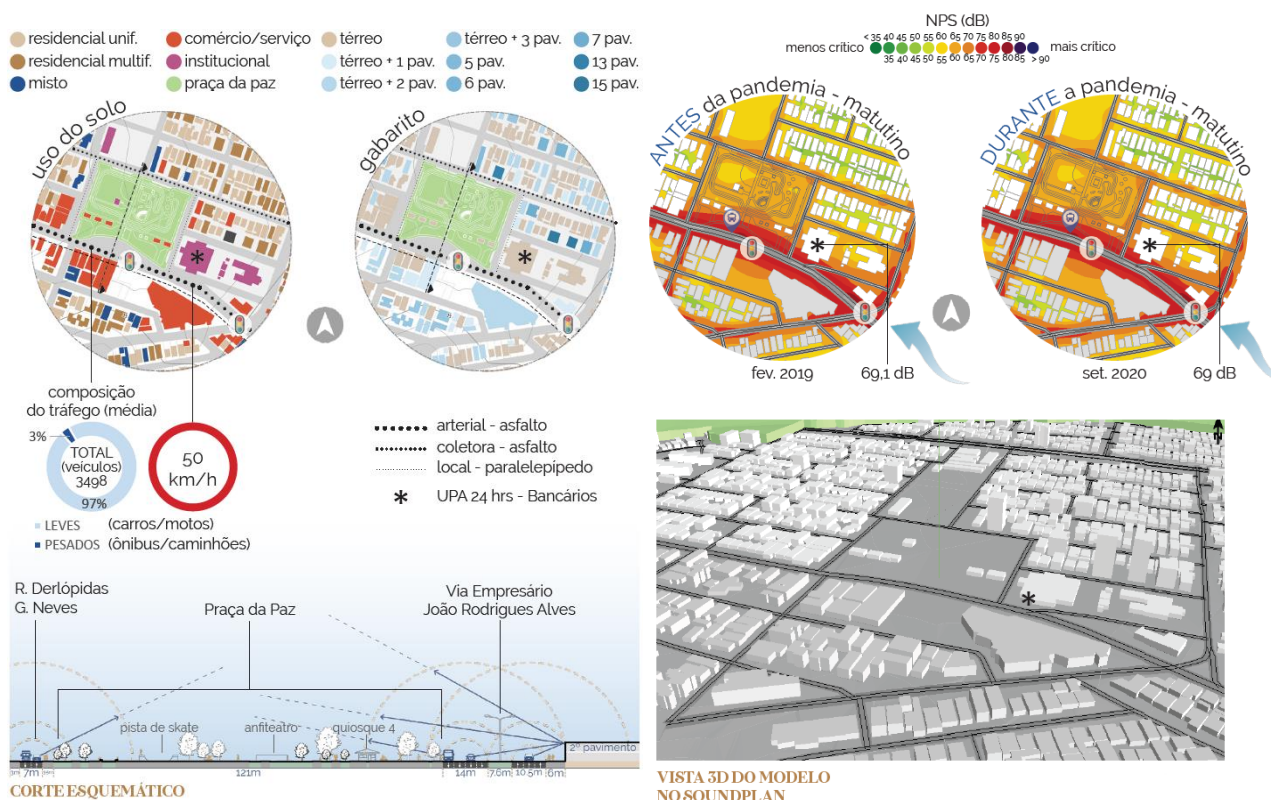


Figura 8: Diagrama de caracterização da área da Praça da Paz (elaborado pelas autoras).

constatou aumento do fluxo de veículos nas três vias em que foi realizada nova contagem.

Especificamente na área que compreende a Praça da Paz, é perceptível uma diminuição da zona entre 55 e 60dB, com avanço da zona entre 60 e 65dB, sendo está última a zona predominante em ambos os cenários (figura 8).

Sobre o edifício utilizado como parâmetro de uso mais sensível, a UPA (uso hospitalar), constatou-se através das simulações uma manutenção do NPS no receptor mais crítico, posicionado no térreo da fachada mais exposta a fonte de ruído. Assim, considerando que o tecido urbano se manteve, mas houve aumento no fluxo de veículos nesse período, observa-se que esse crescimento não provocou ampliação significativa do nível de ruído no edifício em questão, afetando mais a área da praça.

4.2 Propostas de intervenção

A partir do que foi discutido no diagnóstico do ruído, foram selecionadas 7 estratégias de mitigação, relacionadas a ações na fonte, no meio e no receptor.

4.2.1 Redução da velocidade de circulação dos veículos

A estratégia de redução da velocidade de circulação de veículos foi aplicada na via Empresário João Rodrigues Alves pois, como visto na literatura, os veículos, em conjunto, constituem a maior fonte de poluição sonora em meio urbano.

Assim, atuando diretamente na fonte, reduzindo somente a velocidade de circulação, sem alterar o fluxo, já se consegue certa atenuação. Nesse sentido, considerando que a principal via da área é arterial, asfaltada e tem limite de velocidade fixado em 50km/h, destaca-se as 3 situações ilustradas na figura 9.

A **opção “A”** não foi escolhida pela pouca eficácia, e a **opção “B”**, embora tenha reduzido 2,4 dB, também não foi escolhida pois implicaria numa velocidade de apenas 30km/h, considerada baixa para veículos leves em uma via arterial, podendo ocasionar lentidão devido ao alto fluxo contabilizado na via.

Então, a **opção “C”**, intermediária que combina as duas anteriores, foi a alternativa escolhida. Cabe ressaltar que na solução “c” também foi reduzida a velocidade da via coletora atrás da praça, de modo que não fosse superior à da via principal, evitando ocasionar um desvio de fluxo indesejado.

4.2.2 Inserção de taludes

Trabalhando com uma área de praça, consideravelmente mais ampla, foi possível testar uma estratégia até então não simulada, a inserção de taludes. Estratégia essa, que se mostrou bastante adequada para a área por se integrar ao ambiente natural mais facilmente. Assim, considerando a via arterial como a principal fonte de ruído da área, foram simuladas diversas opções, dentre as quais destacam-se as 3 ilustradas na figura 10.

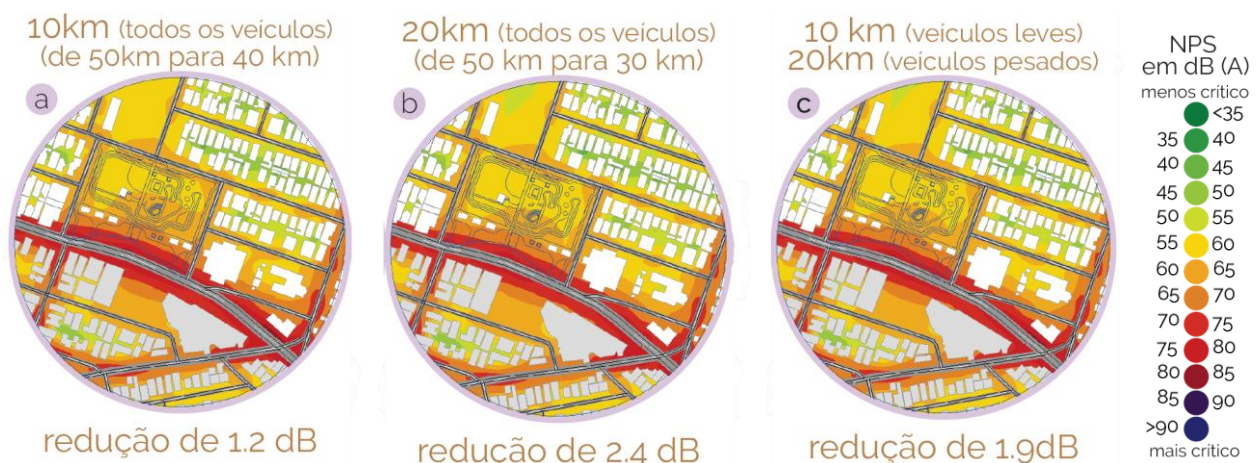


Figura 9: Cenários referentes a redução da velocidade de circulação dos veículos (elaborado pelas autoras).

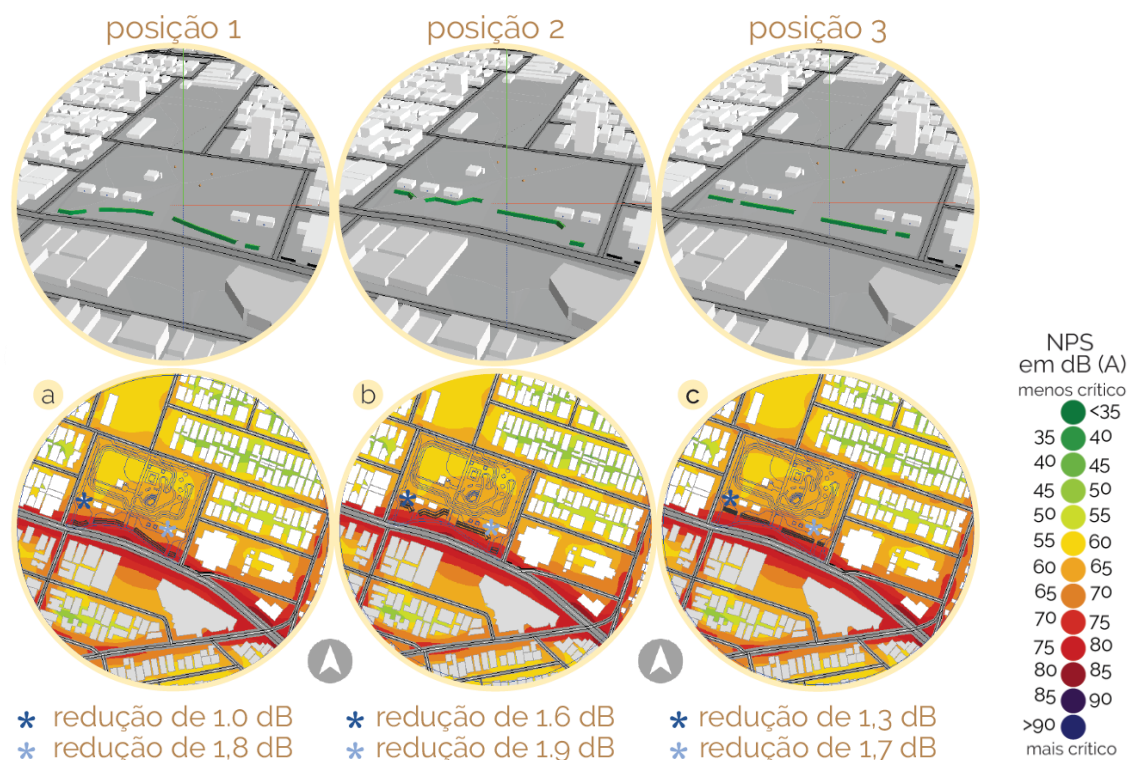


Figura 10: Cenários referentes a inserção de taludes na Praça da Paz (elaborado pelas autoras).

Na **opção “A”**, foram posicionados taludes de 2m de altura, seguindo o traçado da calçada externa frontal da praça. Essa configuração, embora tenha gerado boa atenuação nos quiosques, entrou em conflito com a vegetação existente na praça.

Na **opção “B”**, foram posicionados taludes também de 2m de altura, agora seguindo os caminhos internos existentes na praça, o que tornou o posicionamento mais geométrico. A configuração também apresentou boa atenuação na área dos quiosques, no entanto, durante a análise percebeu-se que ela poderia prejudicar a ventilação da área, por conta da proximidade com os quiosques.

Por fim, na **opção “C”**, os taludes, também com 2m de altura, agora foram posicionados ao meio das áreas gramadas, e não nas bordas, como nas opções anteriores. Essa disposição, que foi a escolhida, além de não prejudicar tanto a ventilação da área, conseguiu desviar de várias árvores já existentes no local, o que, na prática, facilitaria sua implantação.

Ressalta-se que a altura de 2m foi adotada após testes de simulação com alturas inferiores apresentaram atenuação irrelevante. Acerca da

largura do topo, as simulações revelaram que o parâmetro não tem grande influência na atenuação gerada, assim, por questões estéticas e de sustentação, a medida utilizada foi de 1m. No que diz respeito aos declives, os mais acentuados, como o de 1m, adotado na opção escolhida, mostrou-se mais eficaz que o de 2m, também simulado.

4.3 Combinação das estratégias de mitigação

Retomando o exposto no diagnóstico da área, no edifício mais sensível, o NPS máximo encontrado na fachada chega a 69,1 dB (p. matutino - térreo), sendo necessária redução de 9,1 dB para atender ao limite diurno previsto na NBR 10151 (2019) para áreas mistas com predominância de atividades comerciais/administrativas [18].

Como a redução exigida é significativa, foi adotado um conjunto de estratégias de mitigação, citadas anteriormente, visto que suas reduções individuais, expostas no gráfico a seguir (figura 11), não seriam suficientes. E a essas estratégias citadas, ainda foram acrescentadas as estratégias de **redução em 50% da quantidade de veículos pesados** em circulação na via Empresário João Rodrigues

Alves e de substituição do asfalto comum por pavimento poroso na via já citada e também na Rua. Derlópidas Gomes Neves, que não foram detalhadas no presente trabalho apenas por questões de síntese das informações.

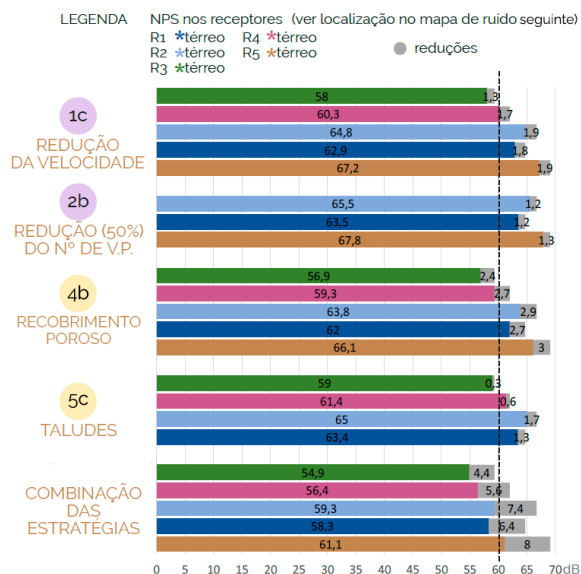


Figura 11: Gráfico com o NPS alcançado com a implementação da estratégia e a respectiva redução (elaborado pelas autoras).

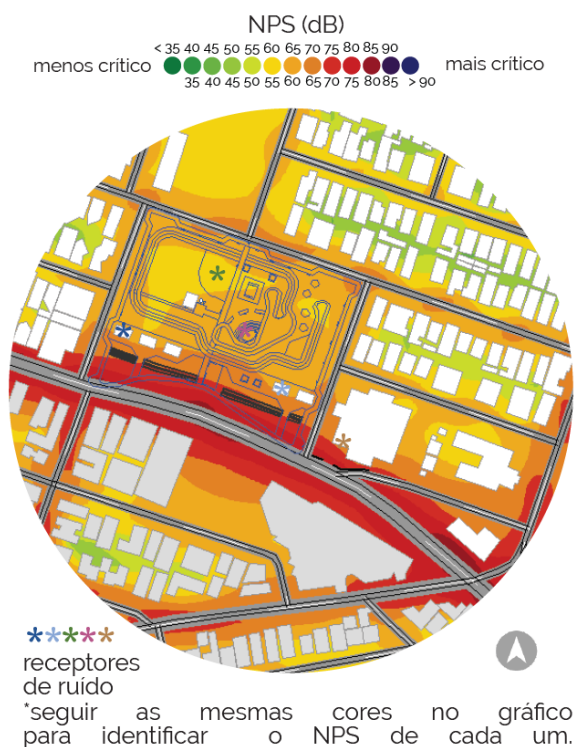


Figura 12: Mapa de ruído final com a combinação das estratégias expostas na figura 12 (elaborado pelas autoras).

Dessa forma, combinando as estratégias apresentadas, como também exposto no gráfico e no mapa de ruído (figuras 11 e 12, respectivamente), verifica-se que se obteve redução satisfatória em 4 dos 5 receptores posicionados. O único receptor que ainda ultrapassou o limite de 60dB foi o localizado na fachada mais expostas da UPA (R5).

Considerando isso, propõe-se, por fim, a adoção 3 medidas extras, que não puderam ser simuladas em software, mas que auxiliariam nessa redução. São elas:

Coordenação dos semáforos em frente à praça, de modo a criar uma “onda verde”, melhorando a fluidez da circulação, e evitando acelerações e desacelerações desnecessárias que implicam em aumento do ruído.

Mascaramento através de sons agradáveis, através da implantação de fontes com água corrente no interior da praça, de modo que possam mascarar os ruídos incômodos.

Utilização de janelas acústicas no edifício da UPA, ao menos na fachada diretamente exposta e também em áreas de enfermaria e cirúrgicas, de forma a respeitar limites da NBR 10152.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área em questão apresentou, para ambos os períodos, resultados alarmantes acerca dos níveis de poluição sonora aos quais frequentadores e população residente está diariamente exposta, indicando também uma forte correlação entre o fluxo veicular e os níveis de pressão sonora.

Todavia, também foi possível perceber que, através da combinação de estratégias de mitigação do ruído é possível obter significativa atenuação dos níveis de pressão sonora mesmo em territórios já consolidados, porém, com limitações que tornam as intervenções mais trabalhosas e onerosas.

Assim, reforça-se a importância de planejar edifícios, bairros e cidades que tenham a acústica também como uma prioridade, afinal, a poluição sonora já é questão de saúde pública e, considerando que a principal fonte de ruído



urbano é o tráfego veicular, a tendência da situação, se nada for feito, é se agravar.

Dessa forma, espera-se que tal pesquisa sirva de incentivo a trabalhos futuros acerca do ruído urbano com a utilização de simuladores computacionais, bem como desperte discussões sobre revisões normativas nacionais e municipais, como a inserção da variável ruído na revisão do plano diretor.

Portanto, o presente trabalho evidenciou a importância da elaboração de mapas de ruído para análise e compreensão dos cenários sonoros, demonstrando que constituem importantes ferramentas para otimização do desempenho de medidas mitigadoras ao permitirem comparar diferentes soluções projetuais e avaliar cenários futuros gerados por essas intervenções urbanas.

REFERÊNCIAS

- [1] SOUZA, L. C. L.; ALMEIDA, M. G.; BRAGANÇA, L. Bê-á-bá: Acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura. São Carlos; EDUFSCAR, 2012
- [2] SILVA, D. da. Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras. 616 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- [3] GUEDES, I. Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro: Um estudo no bairro de Jardins em Aracajú (SE). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- [4] NIEMEYER, M. L. A. Conforto acústico e térmico, em situação de verão, em ambiente urbano: uma proposta metodológica. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- [5] BRASILEIRO, T. Mapeamento Sonoro: estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- [6] RÉGIS, R. et al. Panorama do mapeamento do ruído de tráfego em João Pessoa – PB. In: IV Simpósio Futuro dos Centros das Cidades, 2020, João Pessoa.
- [7] LIMA, N. et al. Mapeamento acústico do bairro dos Bancários, em João Pessoa/PB. In: 27º encontro de iniciação científica da UFPB, 2019, João Pessoa. Anais. João Pessoa: Editora UFPB, 2019.
- [8] MURGEL, Eduardo. Fundamentos de acústica ambiental. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.
- [9] BISTAFA, Sylvio R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2018.
- [10] SOUSA, D. Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a Sustentabilidade das Cidades Brasileiras. 2004. 289 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento energético) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- [11] CARVALHO, Régio P. Acústica Arquitetônica. 2ª ed. Brasília: Thesaurus, 2010.
- [12] NAVARRO, W. Estudo da paisagem sonora no projeto arquitetônico e no urbanismo. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2015.
- [13] OUIS, D. Annoyance from road traffic noise: a review. Journal of Environmental Psychology, 21, p. 101–120, 2001.
- [14] HANSON, D. I.; JAMES, R. S.; NESMITH, C. Tire/pavement noise study. Auburn: NCAT – National Center for Asphalt Technology. Report n. 04-02, 2004.
- [15] HAIDER, M et al. Silence Project: Guidelines for low-noise road surface maintenance and rejuvenation, 2005.
- [16] SANTOS, L.; VALADO, F. O Mapa de Ruído Municipal como Ferramenta de Planejamento. Acústica 2004. Guimarães, Portugal, 2004. Disponível em: <<http://www.sea-acustica.es/Guimaraes04/ID162.pdf>> Acesso em: set. 2020.
- [17] GARAVELLI, S. L.; MORAES, A. C.; NASCIMENTO, J. R. R.; NASCIMENTO, P. H. D. P.; MAROJA, A. M. Mapa de ruído como ferramenta de gestão da poluição sonora: Estudo de caso de Águas Claras-DF. 2010. Disponível em: <<http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper377.pdf>>
- [18] 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.
- [19] FLORÊNCIO, D. Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- [20] LICITRA, G; MEMOLI, G. Limits and advantages of Good Practice Guide to Noise Mapping. Paris: Euronoise, 2008. Disponível em: <<http://webitem.com/acoustics2008/acoustics2008/cd1/data/articles/002677.pdf>>. Acesso em: set. 2020.