ESPACIALIZAÇÃO DO RUÍDO URBANO NO BAIRRO DA VÁRZEA, RECIFE/PE

Júlia Alves (1); Ruskin Freitas (2); Jaucele Azerêdo (3)
(1) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, julia.malves@ufpe.br
(2) Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ruskin37@uol.com.br
(3) Doutora, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, jaucele.azeredo@ufpe.br
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cidade Universitária, 50780-970, Recife–PE, Tel.: (81) 2126 8771

RESUMO
A partir do crescimento urbano, as atividades antrópicas se intensificaram e, por consequência, os níveis de ruído se tornaram cada vez mais acentuados, tornando-se um problema para o alcance da qualidade de vida. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho acústico em distintos espaços públicos no bairro da Várzea, em Recife/PE. Buscou-se dar continuidade a pesquisas realizadas pelo Laboratório de Conforto Ambiental (Lacam/UFPE), que visam espacializar o ruído urbano em toda a cidade, considerando características diversas, tais como, morfologia, uso e ocupação do solo, fluxos de pedestres e de veículos e presença de vegetação. O método utilizado foi o hipotético dedutivo, a partir dos seguintes procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, medições *in loco* e mapeamento do ruído urbano, por meio da espacialização dos dados coletados. Ressalta-se que os dados obtidos por meio das medições foram comparados aos valores recomendados pela norma ABNT 10151/2019. Com os resultados alcançados, pode-se afirmar que o fluxo intenso de veículos, aliado à presença de materiais refletores acústicos são os maiores contribuintes para a amplificação da sensação de desconforto em relação ao ruído. Com a análise dos níveis de pressão sonora em locais específicos, diversas propostas podem ser trabalhadas em nível de planejamento e de controle urbano relativas a: zoneamento de usos, parâmetros urbanísticos, implantação de barreiras acústicas, cinturões vegetais em vias de grande fluxo e materiais de revestimento, a fim de minimizar o desconforto acústico ambiental, em meio urbano.

Palavras-chave: mapeamento acústico; conforto acústico; ruído urbano; planejamento urbano.

ABSTRACT
With the urban growth, human activities have intensified and, consequently, noise levels have become increasingly accentuated, becoming a problem for the quality of life. The objective of this research was to evaluate the acoustic performance in public spaces in the neighbourhood of Várzea, Recife/PE. It seeks to continue a previous research carried out by the Laboratory of Environmental Comfort (Lacam / UFPE), which aim to spatialize the urban noise in the entire city, considering different characteristics, such as morphology, land use and occupation, flow of pedestrians and vehicles and presence of vegetation. The hypothetical deductive method was used, from the following methodological procedures: bibliographic research, documentary research, measurements in loco, and mapping of urban noise, through the spatialization of the collected data. It is noted that the data obtained through the measurements were compared to the values recommended in ABNT 10151/2019. From the results obtained, it can be said that the intense flow of vehicles combined with the presence of acoustic reflective materials are the major contributors to the amplification of the acoustic discomfort. With the analysis of sound pressure levels in specific locations, several proposals can be worked on at the level of urban planning and urban control related to urban zoning and urban parameters, implantation of acoustic barriers, vegetal sound barriers in high flow routes and facade materials, in order to minimize environmental acoustic discomfort in urban areas.

Keywords: acoustic mapping; acoustic comfort; urban noise; urban planning.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Freitas (2005, p. 251), "o conforto é um estado de bem-estar, sentido no tempo e no espaço, em que condicionantes ambientais, morfológicos e econômicos proporcionam satisfação física e psicológica". Quanto ao conforto físico, este pode ser estudado em três âmbitos principais: térmico, lumínico e acústico, nas escalas urbana e arquitetônica. Esta pesquisa foi desenvolvida sob o aspecto do conforto físico acústico, considerando como mote principal a problemática do ruído urbano.

A acústica estuda o som, incluindo sua geração, sua transmissão e seus efeitos sobre áreas e atividades diversas. Os sons são perturbações vibratórias que se propagam nos meios materiais e são capazes de serem detectados pelo ouvido humano, causando sensações auditivas ou psicoacústicas (BISTAFA, 2018, p. 22).

O conforto acústico é a condição em que o ambiente proporciona satisfação e inteligibilidade sonora, ao mesmo tempo em que ocorre ausência de sons indesejáveis. Os ruídos ocorrem quando o fenômeno acústico causa sensações audíveis desagradáveis. Ruído é, portanto, uma mistura de sons desordenados e não desejados, podendo provocar danos físicos e psicológicos, desde inquietude, irritabilidade, insônia, distúrbios neuromusculares e circulatórios, perda parcial e até mesmo total da audição (CARVALHO, 2010, p. 42).

A pressão sonora é a grandeza física que melhor se relaciona com a sensação subjetiva de intensidade do som, ou seja, o quanto os efeitos sonoros são percebidos pelo ser humano, dessa maneira, é capaz de indicar a magnitude, a direção e o sentido de propagação da energia sonora. A grandeza logarítmica usada para mensurar a pressão sonora é o decibel (dB), pois essa é a mínima variação da potência sonora que o aparelho auditivo consegue detectar (BISTAFA, 2018, p. 26).

Os níveis de pressão sonora podem ser espacializados, ou seja, representados sobre um plano que representa uma cidade ou parte dela, visando contribuir com o conhecimento, podendo constituir uma ferramenta de desenvolvimento de planos e projetos, sejam preventivos ou corretivos. Pinto e Mardones (2009, p. 02) elucidam que o mapeamento do ruído pode ser feito tanto a partir de medições em recintos urbanos, em determinados pontos, quanto por meio de simulações, como também, em um sistema misto, em que as simulações podem ser complementadas e verificadas com medições na área de estudo.

Cabe à legislação urbana, de modo mais específico, a definição de parâmetros de desempenho acústico, que busquem atenuar os impactos ambientais de modo a proporcionar maior qualidade no espaço urbano. Algumas cidades brasileiras, como Rio de Janeiro (Decreto Municipal nº 3268/2001 e Lei Municipal nº 6.179/2017), São Paulo (Lei Municipal nº 16.499/2016 e Decreto Municipal nº 35.928/1996) e Belo Horizonte (Lei Municipal nº 9505/2008), já consideram como uma de suas responsabilidades o zoneamento e o controle acústico articulado ao zoneamento de uso e ocupação do solo, propondo níveis de pressão sonora toleráveis para diferentes áreas da cidade, de acordo com os critérios da NBR 10151/2019 – Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral – e também estratégias de controle do ruído.

Assim sendo, é imprescindível estar atento à morfologia urbana, ao fluxo de automóveis e de pedestres, à densidade construtiva, ao tipo de pavimentação, aos revestimentos de fachadas, dentre outros fatores, que interferem diretamente na propagação, na absorção e/ou na intensificação sonora em meio urbano. Portanto, interferem no controle do ruído e no condicionamento acústico dos recintos urbanos e até mesmo no conforto dos ambientes internos das edificações.

É notório que o crescimento urbano e a dinamização das atividades antrópicas incrementam os níveis de ruído gerado e seus efeitos sobre os seres humanos. Dessa maneira, é urgente a necessidade de instrumentos de planejamento para o controle e a resolução dos problemas. Isto posto, tem-se que o registro da quantificação do ruído urbano e a sua consequente espacialização possibilitam o entendimento do comportamento acústico de certa zona ou de toda a cidade, podendo essa informação ser utilizada para criar políticas que tenham como objetivo recompor ou preservar a qualidade do ambiente em relação à minimização e à mitigação da poluição sonora.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é avaliar sob o viés acústico o espaço público urbano do bairro da Várzea, em Recife/PE. Buscou-se dar continuidade a pesquisas realizadas pelo Laboratório de Conforto Ambiental (Lacam/UFPE) que visam construir uma espacialização do ruído urbano em toda a cidade, por meio de medições e do mapeamento das intensidades sonoras, considerando características diversas, a exemplo de: morfologia, uso e ocupação do solo, fluxos de pedestres e de veículos e presença de vegetação, visando à qualidade do ambiente e ao conforto dos usuários. Pretende-se, assim, construir uma base de dados para estudos, de modo a contribuir com especificações e proposição de parâmetros urbanísticos e estratégias de planejamento urbano, que considerem o conforto acústico ambiental urbano.

3. MÉTODO

O método utilizado foi o hipotético dedutivo, partindo do pressuposto que a intensa atividade antrópica aliada a determinadas formas urbanas intensifica o ruído nos centros urbanos. O processo da pesquisa foi estruturado nas seguintes fases:

1. pesquisa bibliográfica, a exemplo de Brasileiro e Araújo (2017), Souza (2010), Torres e Magioli (2018) e Zannin et al. (2002); e pesquisa documental, a exemplo de Freitas, Azerêdo e Souza (2015) e Freitas et al. (2017);
2. medições dos níveis de pressão sonora, em campo;
3. sistematização dos dados e cálculo do nível de pressão sonora equivalente;
4. espacialização do ruído urbano, a partir dos dados sistematizados.

O bairro da Várzea (Figura 1) localiza-se na zona oeste da cidade do Recife e é o segundo maior em extensão superficial e em população, sendo também o segundo mais arborizado (ESIG Caju, 2021). É cortado pelo Rio Capibaribe e abriga as Unidades de Conservação da Natureza (UCN) Curado, Matas do Curado e Mata das Nascentes, determinadas pela LUOS (Lei Municipal nº 16.176/1996); e a Área de Proteção Ambiental (APA) Mata da Várzea, regulamentada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC – Lei Federal nº 9.985/2000). Em virtude dessas características, é um bairro considerado pouco denso, com ocupação concentrada entre a margem sul do Rio Capibaribe e a BR 101, entorno da Praça Pinto Dâmaso e na Unidade Residencial (UR) 07.

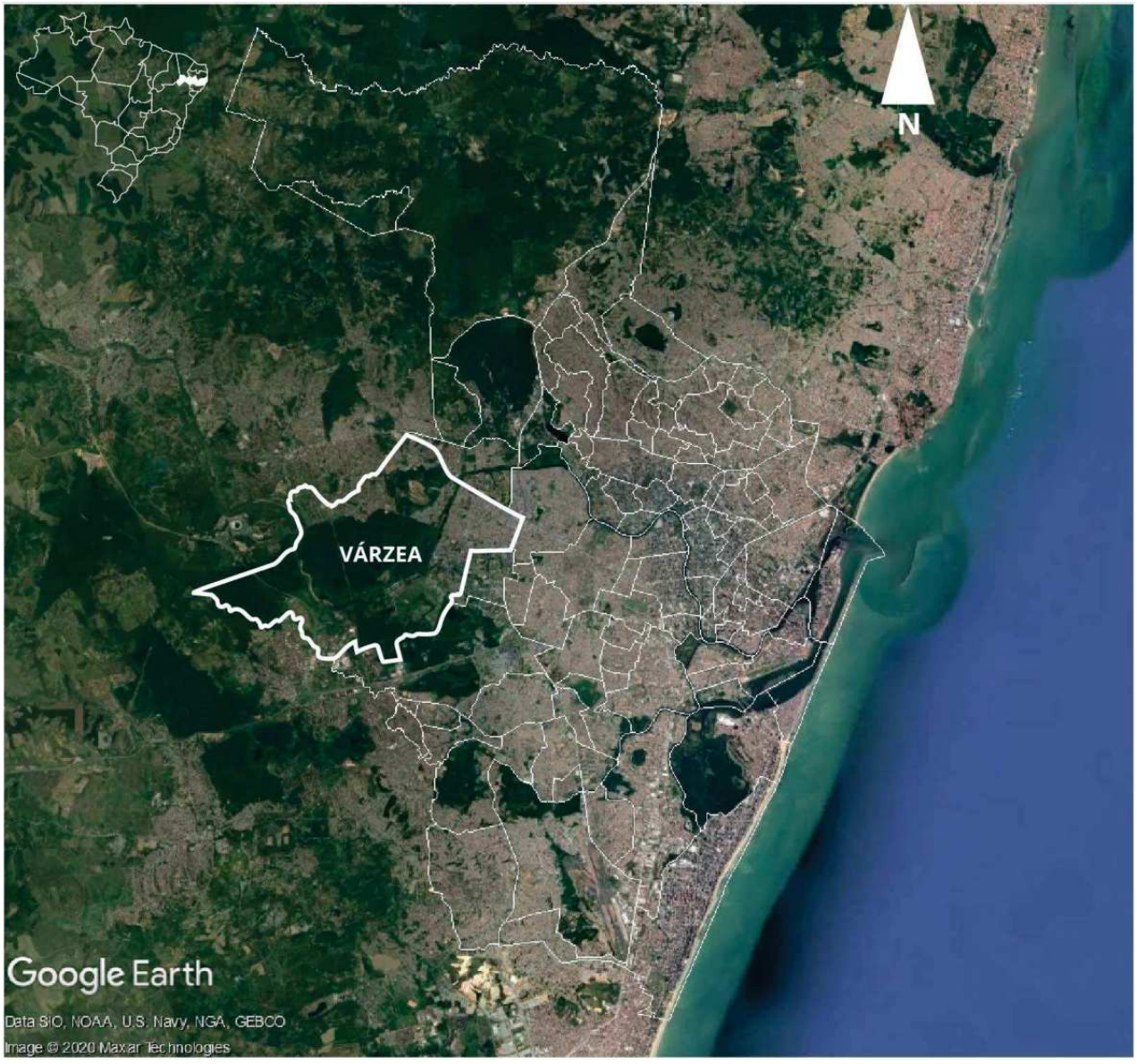

Figura 1 – Localização do bairro da Várzea na cidade de Recife. Fonte: elaboração de Jaucele Azerêdo e Júlia Medeiros, a partir de imagens do Google Earth e da Prefeitura do Recife. Disponível em: http://dados.recife.pe.gov.br/dataset/area-urbana/resource/e43bee60-9448-4d3d-92ff-2378bc3b5b00, acesso em 31 agosto 2020.

É um bairro de uso e ocupação diversos, havendo zonas predominantemente residenciais, com casas de até dois pavimentos (Figura 2), áreas com predominância de edifícios de até quatro pavimentos e, atualmente, podem ser encontrados edifícios com mais de dez pavimentos, cuja tendência está se consolidando próxima às principais vias. Existem algumas áreas de ocupação informal, sendo a maior delas, a ZEIS Vila Arraes, seguindo a margem do Capibaribe, desde a Praça Pinto Dâmaso até a Ponte da Caxangá. Os seus eixos viários possuem grande concentração de comércio e de serviços. Além disso, podem ainda ser encontradas: área histórica, área de galpões, área de mata nativa densa, hospital, rodovias federais, áreas de granja etc.



Figura 2 – Bairro da Várzea, visto a partir do Centro Filosofia e Ciências Humanas da UFPE. Fonte: Júlia Alves, 2017.

Foram escolhidos quarenta pontos para a realização das medições, em todo o bairro da Várzea (Figura 3), abrangendo todas as extensões de parâmetros urbanísticos definidos pelo Plano Diretor da Cidade do Recife (2020). A quantidade de pontos foi considerada representativa, pois cobriram todas as áreas de Zona Especial de Interesse Social (ZEIS); de Zona Especial de Preservação Histórica (ZEPH), tanto a ambiental quanto a rigorosa; Zona de Ambiente Natural (ZAN), onde estão inseridas as UCNs e APA; Zona de Desenvolvimento Sustentável (ZDS) “Capibaribe”; e a Zona de Ambiente Construído (ZAC) “Planície 2”.



Figura 3 – (a) R. João Ribeiro Pinheiro; (b) Av. Caxangá; (c) R. Barão de Bonito; (d) Av. General Polidoro. Fonte: Júlia Alves, 2019.

Ressalta-se que as características dos recintos urbanos influenciam diretamente na propagação das ondas sonoras e, por consequência, na alteração (diminuição ou aumento) dos valores dos níveis de pressão sonora (NPS) resultantes. Dessa maneira, a definição dos pontos de medição foi baseada na representação da diversidade da área de pesquisa, a partir das seguintes variáveis: morfologia, dados meteorológicos e intensidade de tráfego. Foi preciso observar: hierarquia das vias, perfil de uso e ocupação do solo, presença de equipamentos com parâmetros e diretrizes de ruído urbano específicos (escolas, hospitais, lar de idosos, áreas de comércio, parque, museus etc.), presença e densidade de vegetação, recuos e altura das edificações, além do relevo. Os dados referentes ao relevo, ao zoneamento urbano, à presença de equipamentos com diretrizes específicas e à hierarquia das vias foram obtidos na base de Informações Geográficas do Recife (ESIG) e os demais dados foram coletados por meio de observações *in loco*.

Sabendo-se ainda que os dados meteorológicos influenciam no comportamento das ondas sonoras, pois a velocidade de propagação do som é diretamente proporcional à temperatura e à umidade (CARVALHO, 2010, p. 27), foram observadas as condições meteorológicas nos dias de medições na estação automática do Recife, visando realizar as medições em dias com condições de temperatura e umidade similares. Durante as medições acústicas, foi ainda realizada a observação do volume de tráfego, tanto de veículos, como de pedestres, visto que a atividade antrópica é um relevante contribuinte para o aumento do nível de pressão sonora.

Foram realizadas medições, a partir da utilização de instrumentos medidores de pressão sonora da Skill-Tec, modelo SKDEC-01, precisão 0,05 dB, na curva de ponderação "A", que melhor representa a percepção auditiva humana. Os equipamentos foram posicionados à altura aproximada de 1,50m do solo, afastados do corpo e de qualquer outro obstáculo. A NBR 10151/2019 não regulamenta a duração do ensaio, porém, diversos autores sugerem um tempo de medição entre 5 e 30 minutos. Para explorar uma maior área num período que não houvesse grandes variações de fluxos (veículos e pedestres) entre um ponto e outro, foi usado o tempo mínimo sugerido, de 5 minutos, por ponto.

Aponta-se ainda que, embora a NBR 10151/2019 defina o tempo de resposta rápida (modo *fast*, no aparelho de medição) deva ser utilizado para medição do NPS, o fato do equipamento utilizado não possuir um armazenamento de dados interno independente e ser necessário o registro manual dos dados, o tempo de resposta lenta (*slow*) se fez imprescindível para a realização das medições. Os valores foram registrados a cada 30s durante o período de 5 minutos, em cada um dos 40 pontos do bairro. Localizados preferencialmente em espaços livres públicos, como praças, calçadas e cruzamento entre vias.

As medições ocorreram com o auxílio de dois pesquisadores, em cada ponto, em períodos próximos ao solstício de verão, nos dias 14 e 18 de dezembro de 2019, nos turnos manhã e tarde, contemplando todas as áreas ocupadas e algumas não ocupadas do bairro da Várzea. Após os registros de campo, os dados foram sistematizados em planilhas Excel e foram realizados os cálculos do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), de acordo com a NBR 10151/2019, seguindo a fórmula apresentada na Equação 1, considerando os dois períodos de medição, para cada ponto e, posteriormente, para o bairro como um todo. Além do nível de pressão sonora equivalente, foram observados ainda os valores mínimos e máximos (ressalta-se que foi realizada a devida exclusão de sons intrusivos durante as medições).

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{Li}{10}}$$

Equação 1

Onde:
L_i é o nível de pressão sonora, em dB(A)
n é o número total de leituras.

Ao se debruçar sobre os níveis de ruído descritos na NBR 10151/2019, encontra-se uma avaliação do ruído geral, baseada nos limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período (Tabela 1), que pode ter seus parâmetros redefinidos pelos municípios, de acordo com os hábitos da população. Também foram analisados os critérios definidos pelo Anexo 9A e 9B da Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife (LUOS – Lei Municipal nº 16.176/1996). Porém, em virtude dos valores encontrados na pesquisa de campo, e de acordo com a legenda usada em pesquisas anteriores, para fins de melhor leitura do mapeamento, os níveis de pressão sonora foram divididos em "até 59,9 dB", "de 60 a 64,9 dB", "de 65 a 69,9 dB", "de 70 a 74,9 dB" e "acima de 75 dB". As manchas foram feitas usando a técnica de interpolação dos pontos por meio do QGis (software nacional livre com código-fonte aberto), com ajustes de seus limites de acordo com a configuração morfotipológica do local.

Tabela 1 - Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período, em dB(A).

Tipo de áreas habitadas	**RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)**	
	Diurno	**Noturno**
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativas	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151 (ABNT, 2019).

4. RESULTADOS

A cidade do Recife, capital de Pernambuco, localiza-se no litoral do nordeste brasileiro, constituindo uma metrópole regional, o que gera dinâmicos fluxos regionais. O Recife possui população estimada de 1.645.727 habitantes, todos em zona urbana (IBGE Cidades, 2019). De acordo com Brito e Sinder (2009, p. 02), "o meio urbano das cidades de médio e grande porte se caracterizam por apresentarem uma condição socioeconômica centralizada gerando concentração do fluxo viário e com isso excesso de energia sonora". A Figura 4 apresenta o mapeamento do nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) de todos os 40 pontos, no bairro da Várzea. O nível de pressão sonora equivalente médio do bairro foi igual a 68,5 dB(A).

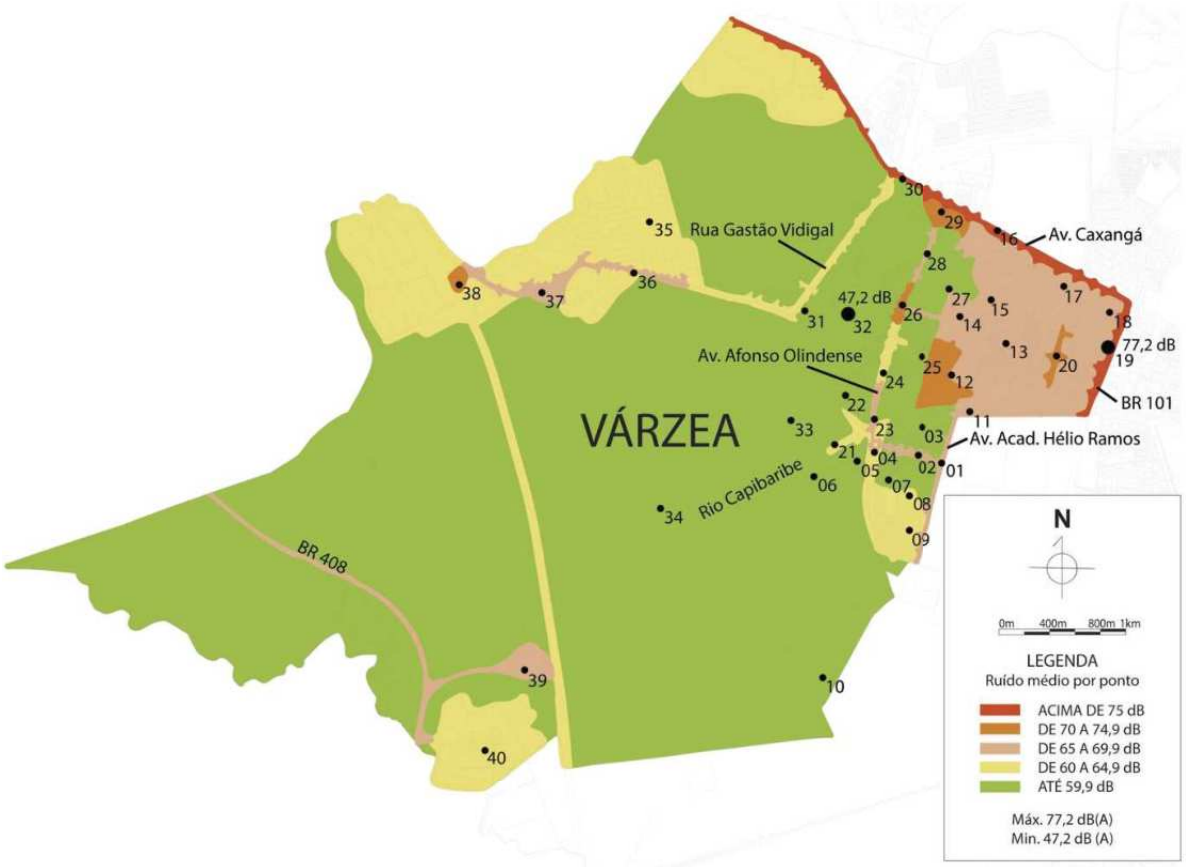

Figura 4 – Espacialização dos pontos de medição e dos níveis de pressão sonora no bairro da Várzea, Recife/PE. Fonte: elaboração de Júlia Alves, 2020.

Pode-se observar a formação de uma zona ruidosa, com nível de pressão sonora equivalente acima de 65 dB(A), correspondente a cerca de 7,5% da área do bairro. Essa área possui em geral ocupação com média densidade de construção e está localizada no extremo nordeste do bairro, entre a avenida Caxangá, a rodovia BR 101 e próxima à Cidade Universitária (Figura 5). Nesta zona, se encontra o ponto 19, de maior valor do nível de pressão sonora equivalente, localizado na BR-101, próximo ao Hospital Hapvida, com 77,2 dB(A). Tratando a respeito de valores absolutos, o maior ruído foi registrado na Avenida Caxangá, à proximidade da Praça do Rotary, com 90,0 dB(A).



Figura 5 – Esquina da Rua Agricolândia com a Rua Visconde de Barbacena, entre os pontos 19 e 20. Fonte: Júlia Alves, 2020.

A segunda zona, com nível de pressão sonora equivalente abaixo de 60 dB, corresponde a cerca de 92,5% do bairro, ocupada predominantemente por mata atlântica, com ocupação dispersa e de baixa densidade (Figura 6). Nesta zona, se encontra o ponto 32, que apresentou o menor nível de pressão sonora equivalente, situado à Rua Leoberto Leal (Figura 7), área de sítios e granjas, na margem norte do Capibaribe, com 47,2 dB(A). Tratando a respeito de valores absolutos, o menor ruído encontrava-se na UCN Mata de Brennand, com 36,0 dB(A).



Figura 6 – Rua Amoroso Costa, entre os pontos 26 e 27. Fonte: Júlia Alves, 2020.



Figura 7– Rua Leoberto Leal, próximo ao ponto 32. Fonte: Júlia Alves, 2020.

Dentre os valores dos 40 pontos medidos (Tabela 2), os seguintes pontos merecem destaque: ponto 26, nas imediações da lombada eletrônica da Avenida Afonso Olindense (72,1 dB(A)), e o ponto 20, no cruzamento da Avenida General Polidoro com a Rua Abatiá (71,7 dB(A)), onde o intenso fluxo, tanto de veículos, quanto de pedestres, e a concentração de comércio e serviços elevam o nível de intensidade de ruído. Já os pontos que se encontravam nas rodovias que limitam o bairro, Avenida Caxangá (PE-005) (75,3 dB(A)) e BR-101 (77,2 dB(A)), e no acesso ao bairro pela Avenida Afonso Olindense tiveram ruído elevado devido ao tráfego intenso de veículos pesados, como ônibus e caminhões. O fluxo de caminhões e o ruído de fundo, vindo das fábricas que se encontram na Rua Barão de Bonito, também contribuíram com a elevação do ruído próximo ao Terminal da Brasilit (73,6 dB(A)), ponto 12. O Terminal Integrado Cosme e Damião (ponto 38) também apresentou valor elevado de ruído (70,4 dB(A)), devido aos fluxos de ônibus e de metrô.

Quanto aos pontos de menor ruído, destacam-se os que se localizaram próximos a áreas de matas, Museu Ricardo Brennand e Oficina Francisco Brennand e a área residencial com tipo edilício predominante de casas de até dois pavimentos, com alguns edifícios de até quatro pavimentos, como visto nos pontos 03, 06, 07, 22, 25, 27 e do 31 ao 34. A área menos adensada e mais silenciosa se encontrava dentro da Zona de Ambiente Natural (ZAN) Capibaribe, com parâmetros urbanísticos que proporcionam maiores afastamentos e presença de vegetação arbórea, que funciona como barreira acústica natural (BISTAFA, 2018, p. 219).

A zona compreendida entre a Rua Tôrres Homem, ponto 27, e a BR-101, ponto 19, apresentou ruído intermediário e é a região com maior adensamento construtivo do bairro, com tipo predominante de edifícios de até 10 pavimentos, geralmente inseridos em conjuntos habitacionais com recuo mínimo entre os blocos. Embora apresentasse fluxo e fontes geradoras semelhantes a áreas menos adensadas, a configuração urbana amplificou o som originado pelas atividades antrópicas, elevando o nível de ruído, nesses ambientes.

Tabela 2 - Valores de nível de pressão sonora mínimo (L_{min}), máximo ($L_{máx}$) e equivalente (L_{Aeq}) por ponto no bairro da Várzea, Recife/PE.

PONTO DE MEDIÇÃO	Lmín (dB(A))	Lmáx (dB(A))	LAeq (dB(A))
1. Av. Acad. Hélio Ramos	55,0	72,0	65,6
2. R. Amaro Gomes Poroca	56,0	75,5	68,0
3. Campo do Banco	47,5	62,0	54,9
4. Praça Pinto Dâmaso	57,0	71,5	64,7
5. R. Azeredo Coutinho	45,0	61,0	54,8
6. R. Barão de Muribeca	44,0	68,0	56,4
7. Praça do Rosário	55,5	69,0	63,3
8. R. João Francisco Lisboa	47,5	69,5	59,8
9. Av. Inácio de Barros Barreto	48,0	70,0	61,3
10. Instituto Ricardo Brennand	46,5	58,0	50,4
11. Av. Prof. Arthur de Sá	56,5	78,0	68,6
12. Av. Barão de Bonito	48,5	87,5	73,6
13. Praça Abatiá	52,0	82,5	68,1
14. R. João Ribeiro Pinheiro	53,0	79,0	67,9
15. Av. Barão de Bonito	56,5	80,0	69,6
16. Av. Caxangá (Praça do Rotary)	55,0	87,5	76,5
17. R. João Sales de Menezes	51,0	76,0	66,9
18. R. Emiliano Braga	59,0	81,0	71,3
19. BR 101	70,0	86,0	77,2
20. Av. General Polidoro	58,0	82,0	71,7
21. R. Dona Maria Lacerda	43,0	76,0	62,4
22. Campo Vila Arraes	45,0	66,0	56,6
23. Av. Afonso Olindense (upinha)	49,0	80,5	68,9
24. Av. Afonso Olindense (SEDUC)	50,0	70,0	63,7
25. R. José Avelar	45,0	74,0	59,1
26. Av. Afonso Olindense (lombada)	60,5	83,0	72,1
27. Praça Torres Homem	47,5	70,0	58,9
28. Av. Afonso Olindense (coliseu)	56,0	78,5	69,4
29. R. Rodrigues Ferreira	51,5	84,0	70,3
30. Av. Caxangá (Padre Cícero)	58,0	90,0	75,3
31. R. Crisália	45,5	67,0	56,8
32. R. Leoberto Leal	40,0	55,0	47,2
33. Estrada da Oficina Brennand	36,0	68,0	52,8
34. Oficina Brennand	36,0	76,5	57,2
35. R. Cônego José Fernandes Machado	45,0	73,5	62,4
36. R. Vale do Jaguaribe	47,5	75,0	66,9
37. R. Serra Nova	53,5	72,0	66,2
38. R. Barão de Cotegipe	54,0	85,5	70,4
39. Av. Pref. Antônio Pereira	60,5	73,0	66,7
40. Av. Prefeito Antônio Ferreira	49,0	77,0	62,3

Fonte: Júlia Medeiros, 2019.

Considerando as recomendações de NPS encontradas na NBR 10151/2019, apenas algumas das áreas predominantemente residenciais e o setor industrial da Brasilit estão de acordo com a normativa. Analisando os resultados de acordo com a legislação municipal, em alguns pontos mais restritiva que a normativa da ABNT, verificou-se que vários pontos do bairro estão em desacordo com os limites estabelecidos pela Lei de Uso e Ocupação do Solo, com muitas áreas apresentando NPS acima do limite máximo de 65 dB. Se olharmos para as determinações específicas, como "em áreas de cemitérios, escolas, hospitais (...) não se deve atingir mais do que 45 dB em períodos diurnos", por exemplo, observa-se que nenhum dos pontos com diretrizes próprias atenderam à legislação.

Diferentemente da legislação do Rio de Janeiro (Decreto Municipal nº 3268/2001 e Lei Municipal nº 6.179/2017), de São Paulo (Lei Municipal nº 16.499/2016 e Decreto Municipal nº 35.928/1996) e de Belo Horizonte (Lei Municipal nº 9505/2008), o Plano Diretor da Cidade do Recife, publicado em dezembro de 2020, não apresenta um zoneamento direcionado ao controle do ruído urbano. Ressalta-se que, também não

existe nenhum outro mecanismo legal de planejamento e de controle de ruído. A ausência desse instrumento é um fato preocupante, pois o ruído elevado não representa apenas uma diminuição da qualidade de vida, mas também um problema de saúde pública.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi possível, além de construir a espacialização do ruído urbano no bairro da Várzea, demonstrar a necessidade de conhecer as suas causas e consequências, que podem ocasionar problemas de saúde aos moradores e usuários do bairro.

Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que, entre os fatores urbanos que influenciam a geração de ruído, o intenso fluxo de veículos é o maior contribuinte. Áreas que aliam o fluxo intenso com materiais que são refletores acústicos amplificam a sensação de desconforto em relação ao ruído, uma vez que, além da percepção do som direto, podemos ter uma maior percepção do som refletido.

A densidade de construções, mesmo em ruas de pouco movimento, também se mostrou um fator contribuinte para o desconforto acústico. Ao encontrar uma forma urbana compacta, com ruas estreitas e edificações muito próximas, o som encontra dificuldade para se dispersar, ocorrem múltiplas reflexões, amplificando o nível de som. Cria-se então uma zona com grande concentração de energia sonora e, portanto, elevado ruído.

A pesquisa constatou que a espacialização do ruído urbano é uma importante ferramenta para análise e compreensão dos contextos sonoros urbanos. Sua utilização torna-se necessária para a identificação de pontos vulneráveis quanto ao ruído, contribuindo com o desenvolvimento de medidas de mitigação da poluição sonora e o aumento da qualidade acústica nas cidades, considerando a exposição da população ao ruído, pensando em cenários futuros.

Com a análise dos níveis de pressão sonora em locais específicos, diversas propostas podem ser trabalhadas em nível de planejamento e de gestão do controle urbano, a exemplo de zoneamento e de parâmetros urbanísticos. Além disso, é possível propor ações como a implantação de barreiras acústicas, cinturões vegetais em vias de grande fluxo, recomendações de materiais de revestimento de fachadas e de muros etc. Estas medidas têm como finalidade a minimização do desconforto ambiental, em meio urbano, até mesmo para além do nicho da acústica, visto que algumas dessas soluções são relacionadas também ao conforto, sob vieses térmico e psicológico.

Ações descritas em Bistafa (2018, p. 206), como a diferenciação de níveis topográficos nas cabeceiras das vias, a adoção de barreiras acústicas naturais em forma de muros com vegetação, a troca da superfície das vias por asfalto emborrachado e o uso de materiais acusticamente absorventes nas fachadas das construções, são medidas de controle de ruído que podem ser usadas nas vias Afonso Olindense, Barão de Bonito, Barão de Cotegipe, BR-101, Caxangá, Emiliano Braga, General Polidoro e Rodrigues Ferreira, que apresentaram valores acima de 70 dB(A). Tais medidas podem atenuar em até 20 dB(A) os níveis de ruído.

Enfim, enfatiza-se que este trabalho precisa ter continuidade e ser permanentemente atualizado, como também, aprofundado em zonas mais específicas, a fim de que sejam desenvolvidas comparações mais precisas e claras entre os dados obtidos em medições e os valores recomendados por normas e legislações pertinentes, contribuindo, assim, para o planejamento urbano e para a gestão urbana, a partir da elaboração de medidas que visem ao combate eficaz à poluição sonora, sob o olhar de prevenção, correção, aprimoramento e instrução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. **Acústica** - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas - Aplicação de uso geral. Rio de Janeiro, 2019.

_____. NBR 10152. **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de janeiro, 1992.

BELO HORIZONTE. **Lei nº 9505** – Controle de ruídos, sons e vibrações. Belo Horizonte, 2008.

BISTAFA, Sylvio. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2018.

BRASILEIRO, Tamáris; ARAÚJO, Bianca. de. Mapeamento sonoro do bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB. Anais do **XIV Encontro Nacional e do IX Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído**; Balneário Camboriú, 2017.

BRITO, Luiz Antonio; SINDER, Vanessa. Determinação do nível de pressão sonora das principais vias públicas da região central de Taubaté. Anais do **X Encontro Nacional e do V Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído**; Natal, 2009.

CARVALHO, Régio. **Acústica arquitetônica**. 2a edição. Brasília: Thesaurus, 2010.

FREITAS, Ruskin. **Entre mitos e limites**: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano. 2005. 271p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FREITAS, Ruskin; AZERÊDO, Jaucele; SOUZA, Bárbara. Mapeamento acústico, como recurso de avaliação da qualidade ambiental urbana, em Recife/PE. Anais do **XIII Encontro Nacional e do VIII Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído**; Campinas, 2015.

FREITAS, Ruskin *et al*. Mapeamento acústico urbano em Recife/PE. Anais do **XIV Encontro Nacional e do IX Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído**; Balneário Camboriú, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. **População estimada**: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019. Rio de Janeiro, 2019.

PINTO, Fernando; MARDONES, Maysa. Noise mapping of densely populated neighborhoods – example of Copacabana Rio de Janeiro – **Brazil. Environmental monitoring assessment**, n.155, p. 309-318, 2009.

RECIFE. **Lei nº 16.292** – Lei do uso e ocupação do solo. Prefeitura do Recife, 1996.

_____. **ESIG Informações Geográficas do Recife**. V 1.01. Secretaria de Finanças do Recife e Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano do Recife. Prefeitura do Recife, 2020. Disponível em www.recife.pe.gov.br/ESIG/. Acesso em: 22 de fev. de 2021.

_____. **ESIG CAJU Plataforma de arborização da Cidade do Recife**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Prefeitura do Recife, 2020. Disponível em www.esigportal2.recife.pe.gov.br/portal/. Acesso em: 15 de mar. de 2021.

_____. **Lei nº 18.770** – Plano Diretor do Recife. Prefeitura do Recife, 2020.

RIO DE JANEIRO (RJ). **Decreto Municipal nº 3268** – Condições básicas de proteção da coletividade contra a poluição sonora. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **Lei nº 6.179** – Medidas para o combate eficaz à poluição sonora. Rio de Janeiro, 2017.

SÃO PAULO (SP). **Decreto Municipal nº 35.928** – Programa Silêncio Urbano (PSIU). São Paulo, 1996.

_____. **Lei nº 16.499** – Mapa do Ruído Urbano da Cidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

SOUZA, Rafaella. **O som nosso de cada dia**: análise do comportamento da acústica urbana a partir de modificações na forma urbana. Recife: dissertação de mestrado - MDU/UFPE, 2010.

TORRES, Julio Cesar Boscher; MAGIOLI, Flavia Benevides. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. [10(2)], maio/agosto, 2018, p. 400-413.

ZANNIN, Paulo et al. Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR. São Paulo: **Rev. Saúde Pública**. 36(4):521-4, 2002.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe do Laboratório de Conforto Ambiental (Lacam/DAU/UFPE) e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic/UFPE/CNPq) e demais envolvidos na pesquisa, pela colaboração durante o trabalho.