XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

MAPA DO RUÍDO DE TRÁFEGO VEICULAR NO BAIRRO DO BESSA, EM JOÃO PESSOA/ PB

Nathalia Silva (1); Suiellen Vieira (2); Tamáris Brasileiro (3); Juliana Costa Morais (4); Bianca Araújo (5); Virgínia Araújo (6)
(1) Graduanda em arquitetura e urbanismo, nathalialima.arquitetura@outlook.com, UFPB;
(2) Graduanda em arquitetura e urbanismo, suiellenvieira@gmail.com, UFPB;
(3) Doutoranda em arquitetura e urbanismo, tamarisbrasileiro@gmail.com, UFRN;
(4) Profª Doutora em arquitetura e urbanismo, julianamcosta2013@gmail.com, UFPB (83) 3216 7115
(5) Profª Doutora em arquitetura e urbanismo, dantasbianca@gmail.com, UFRN.
(6) Profª Doutora em arquitetura e urbanismo, virginiamdaraujo@gmail.com, UFRN.
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cx Postal 1524, Natal-RN, CEP 59078-970, Tel (84) 3215 3721

RESUMO
Os mapas de ruído são um modo de representar visualmente os níveis de pressão sonora de uma determinada área e se constituem atualmente em importante ferramenta de planejamento urbano. Sua relevância consiste tanto no diagnóstico do problema quanto na proposição de planos de ação e/ou estratégias de controle do ruído urbano. Pesquisas anteriores acerca da poluição sonora na cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, registraram que, dentre os bairros com maior número de denúncias de poluição sonora informadas nos órgãos de fiscalização ambiental, está o bairro do Bessa. Portanto, este artigo teve como objetivo geral avaliar o impacto sonoro provocado pelo ruído de tráfego no bairro do Bessa, em João Pessoa/PB, de forma a subsidiar estratégias de ações para área para controle de ruído. Para tal, metodologicamente realizou-se pesquisa bibliográfica e documental, atualização dos dados cedidos pelos órgãos públicos, coleta de dados em campo, confecção do mapa de ruído no *software* soundPLAN® e análise/discussão dos resultados. Os mapas de ruído mostraram que o bairro apresenta níveis sonoros superiores aos parâmetros estabelecidos pela Norma ABNT NBR 10151:2000, no período matutino e vespertino. Houve uma diferença máxima de 5 dB (A) entre os resultados obtidos nos dois períodos analisados, visto que a coleta dos dados foi realizada em dois horários de pico representando a situação mais crítica. Afirma-se que, mesmo que tenha sido analisado o ruído de tráfego, observou-se que além dos níveis mais elevados, há também o problema de poluição sonora devido a fontes pontuais, portando o cenário é ainda mais problemático. A pesquisa demonstrou que o mapa de ruído é uma importante ferramenta para a análise e compreensão dos cenários sonoros urbanos contribuindo para um melhor planejamento das cidades.
Palavras-chave: acústica urbana, poluição sonora, mapa de ruído, ruído de tráfego.

ABSTRACT
Noise maps are a way of visually representing the sound pressure levels of a given area and are currently an important tool in urban planning. Its relevance consists in both the diagnosis of the problem and the proposition of action plans and / or urban noise control strategies. Previous research about noise pollution in the city of João Pessoa, the capital of Paraíba, reported that among the neighborhoods with the highest number of noise complaints reported in the environmental inspection agencies, is the Bessa neighborhood. Therefore, this article has the general objective of evaluating the noise impact caused by traffic noise in the neighborhood of Bessa, in João Pessoa / PB, in order to subsidize action strategies for noise control area. For this, methodologically, bibliographical and documentary research was carried out, updating the data provided by public agencies, field data collection, noise mapping in soundPLAN® software and analysis / discussion of results. The noise maps showed that the neighborhood has sound levels higher than the parameters established by Standard ABNT NBR 10151:2000, in the morning and evening periods. There was a maximum difference of 5 dB (A) between the results obtained in the two analyzed periods, since the data collection was performed at two peak times representing the most critical situation. It is argued that, even if traffic noise was analyzed, it was observed that in addition to the higher levels, there is also the problem of

noise pollution due to point sources, making the scenario even more problematic. The research showed that the noise map is an important tool for the analysis and understanding of the urban sound scenarios contributing to a better planning of the cities.
Keywords: urban acoustics, noise pollution, noise map, traffic noise.

1. INTRODUÇÃO

O mapa de ruído é um modo de representar visualmente o ruído ambiental de uma determinada área. Nele os níveis sonoros são representados de maneira gráfica em forma de curvas, denominadas curvas isofônicas, em que seus limites são diferenciados por linhas, ou manchas, por meio de gradação de cores (SILVA, 2011).

Esses mapas surgem não como etapa final de análise, mas como ferramenta auxiliadora no planejamento urbano, promovendo a qualidade do ambiente sonoro das cidades e a criação de planos e projetos de ordenação territorial (SANTOS e VALADO, 2004). Isso permite não só identificar as principais fontes de ruído, como também identificar zonas que excedem os níveis permitidos por normas e legislações, a exemplo da NBR 10151:2000. Dessa forma é possível avaliar a exposição da população e até criar simulações de situações futuras, servindo como suporte na tomada de decisões estratégicas quanto ao controle de ruído (GUEDES e BERTOLI, 2014).

A criação da Diretiva 2002/49/CE (PARLAMENTO E CONSELHO EUROPEU, 2002) tornou obrigatória a elaboração de mapas acústicos em cidades europeias com mais de 250 mil habitantes. Os resultados obtidos nos mapas são utilizados como base para a elaboração de Planos de Ação, a fim de prevenir e reduzir o ruído ambiental, de modo a evitar seus efeitos nocivos para saúde humana.

Nas cidades brasileiras, problemas relacionados ao crescimento desordenado e ao tráfego de veículos motivaram a criação de alguns planos de ação a nível municipal, a exemplo das cidades de Belém/PA (MORAES; LARA, 2004) e Fortaleza/CE (BRITO, 2013). Contudo, a realização de mapeamentos de ruído ainda tem ocorrido de maneira pontual no país. Além dessas, a cidade de Natal/RN teve recentemente seu mapa de ruído concluído e a cidade de São Paulo está em fase de elaboração. No entanto, diversas outras cidades brasileiras apresentam o mapeamento de alguns bairros ou ruas isoladas. A concentração desses mapas acontece nas capitais do nordeste e sul do país (BRASILEIRO et al, 2018).

A metodologia para mapeamento vem sendo desenvolvida nos últimos anos. No Brasil, em 2004 os mapas eram produzidos a partir de medições acústicas pontuais em uma determinada área. Essas medições ocorriam num espaço de tempo de 12 horas, em diferentes meses e em dias padrão, sem grande variação de movimento, como terças, quartas e quintas-feiras. Então os dados coletados formariam uma malha, regular ou não, que resultaria no mapa de ruído (NAGEM, 2004).

No mesmo ano, em Portugal, a criação dos mapas era feita através de modelagens computacionais com base na obtenção de dados relacionados à planimetria, altimetria, metrologia e de tráfego. Havia então o tratamento desses dados na forma de mapas e tabelas. E por fim, esses parâmetros seriam introduzidos no *software* para a elaboração do mapa (SANTOS e VALADO, 2004).

A primeira vantagem dos modelos computacionais é a otimização de tempo, já que não seria necessário dispor de vários meses nem de um grande volume de medições. O produto em si também se mostra mais vantajoso já que o mapa feito a partir de *softwares* possibilita identificar, por exemplo, quais edificações e fachadas estão expostas a altos níveis de pressão sonora e fazer simulações para prever e avaliar as possíveis medidas de mitigação (SANTOS e VALADO, 2004).

Brasileiro (2017) levanta alguns *softwares* disponíveis comercialmente como o SoundPLAN (Braunstein+Berndt), utilizado nessa pesquisa, o Preditor-LimA (da Brüel & Kjær), o CadnaA e o Mithra (da empresa 01 dB). Infelizmente, a aquisição desses programas ainda se mostra bem onerosa, o que dificulta o acesso, e por consequência, a produção dos mapas.

É preciso salientar que apesar do aumento de pesquisas relacionadas à importância do mapeamento acústico no país, ainda há a carência de iniciativas por parte do poder público para utilização dessa ferramenta no planejamento urbano. A exemplo disso, o estado da Paraíba não possuía registro de mapas acústicos, tendo o trabalho de Brasileiro (2017) como pioneiro, com a elaboração do mapa do bairro Castelo Branco, em João Pessoa, capital do mencionado estado. Sendo assim, faz-se necessário dar continuidade a investigação de poluição sonora nesta capital, pois como constatado por Brasileiro *et al* (2016) existem alguns bairros que são campeões em denúncias de poluição sonora registradas nos órgãos de fiscalização ambiental. Um desses bairros, o Bessa, foi o escolhido para servir de cenário a esta pesquisa, que através do seu mapeamento de ruído poderá ter este problema diagnosticado, servindo de base norteadora a futuras intervenções projetuais e de planejamento urbano. Além disso, esta pesquisa amplia o banco de dados ou recorte espacial já mapeado acusticamente na cidade de João Pessoa/PB.

2. OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo geral avaliar o impacto sonoro provocado pelo ruído de tráfego no bairro do Bessa, em João Pessoa/PB.

3. MÉTODO

Para atingir seu objetivo, este artigo contou com etapas metodológicas que vão desde a pesquisa bibliográfica, caracterização da área de estudo, levantamento de dados, atualização e tratamento dos mesmos, pesquisa de campo e pesquisa experimental. A pesquisa bibliográfica permeou a maior parte deste estudo onde foram identificados outros exemplos de mapeamento de ruído e sua metodologia de elaboração.

3.1 Caracterização da área de estudo

O bairro do Bessa, área objeto de estudo da pesquisa, possui aproximadamente 2,00 km² de extensão, correspondente a cerca de 1% da área total da cidade de João Pessoa. Situa-se no setor leste da cidade e limita-se ao norte e oeste com o bairro de Intermares, pertencente ao município de Cabedelo, a sul com os bairros Aeroclube e Jardim Oceania, e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 1).

b



Figura 1 – Mapa de localização da área objeto de estudo.
Legenda: (a) Brasil; (b) Estado da Paraíba e cidade de João Pessoa; (c) Bairro do Bessa

A área estudada apresenta forte apelo turístico, fator que contribui diretamente para seu crescimento e valorização. A partir da década de 1980 e, sobretudo, na atual década, tem atraído grandes investimentos no que tange a construção de residências unifamiliares e edifícios multifamiliares, de médio/alto padrão, além de estabelecimentos de comércio e prestação de serviços.

Dessa forma, no que diz respeito à caracterização morfológica do Bessa, o bairro possui malha urbana predominantemente ortogonal, com vias principais asfaltadas e a maior parte das demais em paralelepípedo, contando com pequena quantidade em solo natural. Possui topografia pouco acidentada. Em relação ao gabarito, é predominante composto por edificações com 1 e 2 pavimentos.

3.2 Levantamento de dados

Inicialmente foi necessário escolher um *software* para confecção do mapa de ruído. Nesse caso, optou-se pelo *software* alemão SoundPLAN, destinado a elaboração de mapas, avaliação de impactos acústicos, comparações entre cenários ambientais e análise dos poluentes atmosféricos. Esse programa é utilizado por algumas universidades brasileiras, inclusive pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), cuja licença permitiu o desenvolvimento dessa pesquisa. Verificou-se que seria necessário levantar os seguintes dados da área de estudo: dados morfológicos, ambientais, de tráfego e acústicos.

Iniciando pelos dados morfológicos, levantou-se o que havia de disponível sobre a área e verificou-se que no site da própria prefeitura havia arquivos DWG que, embora desatualizados, dispunha de informações acerca de topografia, áreas verdes, gabarito e uso do solo. Então, com exceção da topografia, iniciou-se a etapa de atualização destes dados.

3.3 Atualização e tratamento dos dados

Verificou-se que os dados obtidos através da prefeitura se encontravam georreferenciados, no entanto, como mencionado acima, muitos deles estavam desatualizados, necessitando a atualização dos mesmos por meio de imagens de satélite e visitas ao local. Para confeccionar novos mapas urbanos, optou-se por trabalhar com um *software* QGis (versão 4.1), por ser um programa de código aberto e gratuito, com interface simples e que oferece várias ferramentas que possibilitam visualizar, gerenciar, editar e analisar dados.

As características físicas/morfológicas urbanas exercem importante papel sobre a propagação das ondas sonoras, contribuindo, por exemplo, para o aumento ou diminuição dos níveis de pressão sonora. Mapas atualizados dos perímetros edificados, da topografia, áreas verdes, uso e ocupação do solo, gabarito das edificações, hierarquia e recobrimento das vias, e a localização dos semáforos, são parte fundamental do processo para obtenção de um mapa de ruído que reflita verdadeiramente o cenário acústico da área em questão. Assim, foram obtidos os mapas de parâmetros morfológicos atualizados do Bessa, como mostram as figuras 02 a 05.

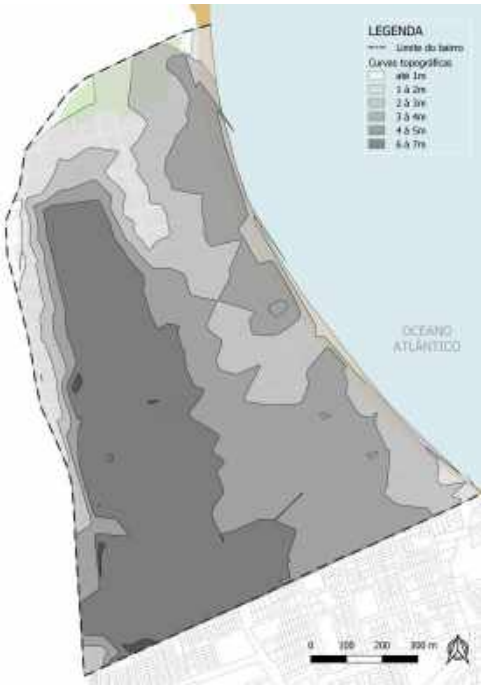


Figura 2 – Mapa de topografia do Bessa.



Figura 3 – Mapa de usos do solo do Bessa.



Figura 4 – Mapa de categorização das vias do Bessa.



Figura 5 – Mapa de recobrimento das vias do Bessa.

Os parâmetros metodológicos, de tráfego e acústico foram obtidos em pesquisa de campo realizada no bairro do Bessa entre os dias 17 e 19 de maio de 2018 (correspondentes a terça, quarta e quinta feira) que contou com auxilio de uma equipe de 9 alunos do curso de graduação de arquitetura e urbanismo da UFPB, além de autoras deste artigo. Foram definidos oito pontos de medição (figura 6), distribuídos em diversas ruas do bairro, contemplando tanto vias principais como secundárias, de modo a obter um mapa de ruído mais completo, que retratasse os diversos cenários existentes na área.



Figura 6 – Mapa do Bessa com marcação dos pontos de medição.

3.3.1 Parâmetros meteorológicos

As características climáticas também influenciam o comportamento das ondas sonoras, principalmente quando se trata de acústica urbana. Dessa forma, foram coletados, com o auxílio do medidor multi parâmetros Instrutemp ITMP 600 (fornecido pela UFPB), dados referentes à temperatura, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos.

3.3.2 Parâmetros de tráfego

Os automóveis são, em conjunto, a maior fonte de ruído urbano, contribuindo para a composição do cenário acústico das cidades. Por esse motivo, durante as medições acústicas, realizamos também a contagem do volume de tráfego nas ruas escolhidas para análise, classificando os veículos em três categorias: carros, motos e veículos pesados.

As tabelas 01 e 02 apresentam os dados de tráfego obtidos nos três dias de medição, nos períodos matutino e vespertino, nos oito pontos escolhidos, considerando duas ruas por ponto, visto que os pontos foram locados nas esquinas das quadras. A contagem foi realizada utilizando contadores manuais. Destaca-se que os valores contidos nas tabelas correspondem à contagem realizada nos dez minutos de medição. Para introduzi-los no SoundPLAN® foi necessário corrigi-los, visto que o *software* necessita da quantidade de veículos por hora.

Ao comparar os três dias de coleta de dados, em ambos os períodos estudados, percebeu que o volume de veículos apresentou, estatisticamente, pouca variação. O maior fluxo de tráfego local correspondeu aos veículos de pequeno porte (automóveis e motocicletas), nos dois períodos analisados. Destaca-se, ainda, que as motocicletas corresponderam a aproximadamente 1/3 do volume do tráfego de automóveis.

Tabela 01 – Dados de volume do tráfego coletado em campo no período matutino.
Legenda: PP (pequeno porte – automóveis e motos); GP (grande porte – ônibus e caminhões).

CONTAGEM DE VEÍCULOS - MATUTINO											
PONTO	DIA 1 - 17/04			DIA 2 - 18/04			DIA 3 - 19/04			Dados de entrada – média 3 dias	
	Carros	Motos	GP	Carros	Motos	GP	Carros	Motos	GP	PP	GP
1A	48	7	1	64	9	1	47	16	1	382	6
1B	6	1	0	10	0	0	5	2	0	48	0
2A	115	13	3	83	22	2	58	13	1	608	12
2B	55	12	2	60	18	3	59	14	3	436	16
3A	19	2	0	16	3	0	9	1	0	100	0
3B	4	2	0	5	0	0	22	3	0	72	0
4A	51	8	4	51	8	4	65	17	1	400	18
4B	81	11	5	81	11	5	82	9	4	550	28
5A	13	3	0	5	9	0	6	4	0	80	0
5B	2	1	0	0	1	0	1	0	0	10	0
6A	23	5	0	23	5	0	22	4	2	164	4
6B	136	31	4	124	26	3	116	27	4	920	22
7A	35	6	6	27	5	4	46	20	1	278	22
7B	5	0	0	3	0	0	8	0	0	32	0
8A	111	19	4	112	16	4	130	33	1	842	18
8B	20	7	0	28	4	3	33	2	0	188	6

Tabela 02 – Dados de volume do tráfego coletado em campo no período vespertino.
Legenda: PP (pequeno porte – automóveis e motos); GP (grande porte – ônibus e caminhões).

CONTAGEM DE VEÍCULOS - VESPERTINO											
PONTO	DIA 1 - 17/04			DIA 2 - 18/04			DIA 3 - 19/04			Dados de entrada – média 3 dias	
	Carros	Motos	GP	Carros	Motos	GP	Carros	Motos	GP	PP	GP
1A	101	9	0	119	11	4	89	12	0	682	8
1B	16	1	1	18	1	0	10	5	0	102	2
2A	55	4	3	52	10	1	61	7	1	378	10
2B	10	0	0	5	2	0	7	1	0	50	0
3A	19	0	0	16	2	1	18	3	0	116	2
3B	3	0	0	6	1	0	4	3	0	34	0
4A	72	6	2	35	4	0	126	25	2	536	8
4B	5	0	0	40	0	1	126	28	2	398	6
5A	8	7	0	6	1	1	6	2	0	60	2
5B	3	9	0	5	1	0	3	3	0	48	0
6A	32	7		44	5	0	34	11	1	266	2
6B	108	28	3	139	27	1	137	33	3	944	14
7A	45	13	1	63	21	3	55	10	3	414	14
7B	11	6	0	16	10	0	23	4	0	140	0
8A	76	9	0	150	17	3	175	21	1	896	8
8B	34	7	0	60	6	0	83	10	1	400	2

3.3.3 Parâmetros acústicos

Como o intuito do trabalho era registrar os maiores níveis de ruído em diferentes áreas do bairro, optou-se por realizar as medições em horários de pico do tráfego, em dias típicos de semana. Assim, elas ocorreram nos dias mencionados anteriormente, das 07 às 8h (período matutino) e das 17:30 às 18:30h (período vespertino), com duração de 10 minutos por ponto, por turno (matutino e vespertino) e por dia.

O medidor multifunção utilizado (multi parâmetros Instrutemp ITMP 600 - temperatura, umidade, decibéis, lux, vazão, velocidade do vento) não apresenta a função de gravação dos dados aferidos e não calcula a média de acordo com um período. Por esse motivo, efetuaram-se anotações e gravações em vídeo dos valores apresentados, que posteriormente foram organizados em tabelas no Excel (tabela 3).

É importante destacar que o *software* acústico necessita que sejam inseridos dados referentes ao volume de tráfego de todas as vias da área em estudo. Dessa forma, como a coleta desses dados, tanto a contagem de veículos, como as medições acústicas e meteorológicas, aconteceu apenas em oito pontos de medição, foi necessário realizar uma análise estatística para complementar os dados não coletados, e assim, caracterizar a área de forma mais precisa. Utilizou o método estatística de vizinhança, visto que os pontos de medição compreenderam todas as áreas de bairro e os diferentes tipos de vias existentes. Pontua-se que a coleta de dados e a análise estatística são fundamentais para a obtenção de resultados que caracterizem com maior precisão a situação real.

Os "-" presentes na tabela 3 referem-se aos dados que não foram possíveis obter, em virtude da reduzida quantidade de equipamentos disponíveis. Contudo, a ausência desses dados não prejudicou a

elaboração dos mapas, visto que os dados acústicos são utilizados apenas para calibrar o modelo. Dessa forma, para calibrar o modelo não foi necessário coletar os dados sonoros em todos os pontos.

Tabela 3 – Níveis Sonoros Equivalentes, em dB(A), coletados em campo.

NÍVEIS SONOROS EQUIVALENTES (Laeq) - média por dia						
PONTOS	DIA 01 [12/02/19]		DIA 02 [14/02/19]		DIA 03 [15 e 20/02/19]	
	matutino	vespertino	matutino	vespertino	matutino	vespertino
1	-	65	60	66	-	64
2	-	64	64	64	-	67
3	-	-	53	-	-	-
4	67	-	-	-	-	-
5	53	52	53	51	52	51
6	65	65	66	64	68	65
7	64	59	57	60	59	63
8	68	65	60	64	62	65

3.4 Elaboração do mapa de ruído

Após a atualização e tratamento dos dados, onde novos mapas e tabelas foram gerados, subsidiando os dados de entrada no software acústico, finalmente iniciou-se a etapa de elaboração do mapa de ruído. Inicialmente os mapas produzidos no programa computacional QGis®, foram exportados para o *software* SoundPLAN®, no formato (*.dxf), e receberam acréscimo de informações.

Com a inserção de todos os dados (morfológicos, acústicos e de tráfego) e realização dos cálculos pelo programa, fez-se a aferição do modelo, comparando os resultados obtidos em campo com os valores resultantes do programa. Em seguida, foram gerados os mapas de ruído, nos planos horizontal (a 1,5m do solo) e vertical. Os mapas horizontais foram elaborados com o grid 20x20m, raio máximo de 1.000 e uma reflexão, conforme estudo apresentado por Florêncio (2018). Essa configuração permite que o processamento dos dados seja acelerado, sem que haja redução da qualidade dos mapas de ruído. O modelo de cálculos utilizado foi o RLS 90.

4. RESULTADOS

Antes da elaboração dos mapas de ruído, foi realizada a calibração do modelo, onde os dados acústicos medidos em campo foram comparados aos valores calculados pelo programa. Afirma-se que a diferença máxima presente na área foi de 4 dB(A). Consequentemente, podemos afirmar que os mapas estão calibrados e representam a realidade sonora da área em estudo. Os mapas de ruído do plano horizontal do bairro do Bessa, nos períodos matutino e vespertino, são representados, respectivamente, nas Figuras 7 e 8. Os mapas verticais correspondem as Figuras 9 e 10.

Ao comparar os níveis sonoros resultantes na área objeto de estudo com os parâmetros estabelecidos pela norma NBR 10151:2000, para o período diurno correspondente das 07 às 22h, afirma-se que estes estão acima dos 55 dB recomendados pela norma para o uso residencial em quase todos os pontos de medição, especialmente nas principais avenidas do bairro.

Os níveis sonoros nos períodos matutino e vespertino, nos horários de pico, são bastante semelhantes, assim como o fluxo de veículos. No entanto, em algumas áreas (a exemplo da Rua Washington Luis), é perceptível a atenuação sonora no período vespertino, com decréscimo máximo de 5 dB(A).

O bairro do Bessa apresenta uma malha urbana ortogonal, com um eixo central bastante definido, por meio de duas vias arteriais, a Rua Paulo Roberto de Souza Acioly e a Rua Tertuliano Castro. A área de vegetação é bastante reduzida, o que favorece a propagação das ondas sonoras. Nota-se que o eixo central do bairro emite cerca de 80 dB(A) nos horários de pico.

Os pontos críticos de ruído urbano no Bessa são encontrados nas proximidades da Rua Paulo Roberto de Souza Acioly (P8), Rua Tertuliano Castro (P7) e Av. Presidente Nilo Peçanha (P6). Essas vias são arteriais, possuem recobrimento asfáltico e apresentam alto fluxo de veículos em ambos horários analisados.

Observou-se que o fluxo de veículos no bairro é predominantemente contínuo em virtude da inexistência de semáforos por toda área do bairro. Acredita-se que a instalação de semáforos no bairro permitirá o surgimento de concentrações de ruído com alto nível sonoro, provocadas pela aceleração e desaceleração dos veículos.

Um dos principais pontos de encontro no bairro é a Praça do Caju (marcação em azul na Figura 7), posicionada no eixo ruidoso. O ruído local é de aproximadamente 65 dB(A), em ambos os períodos.

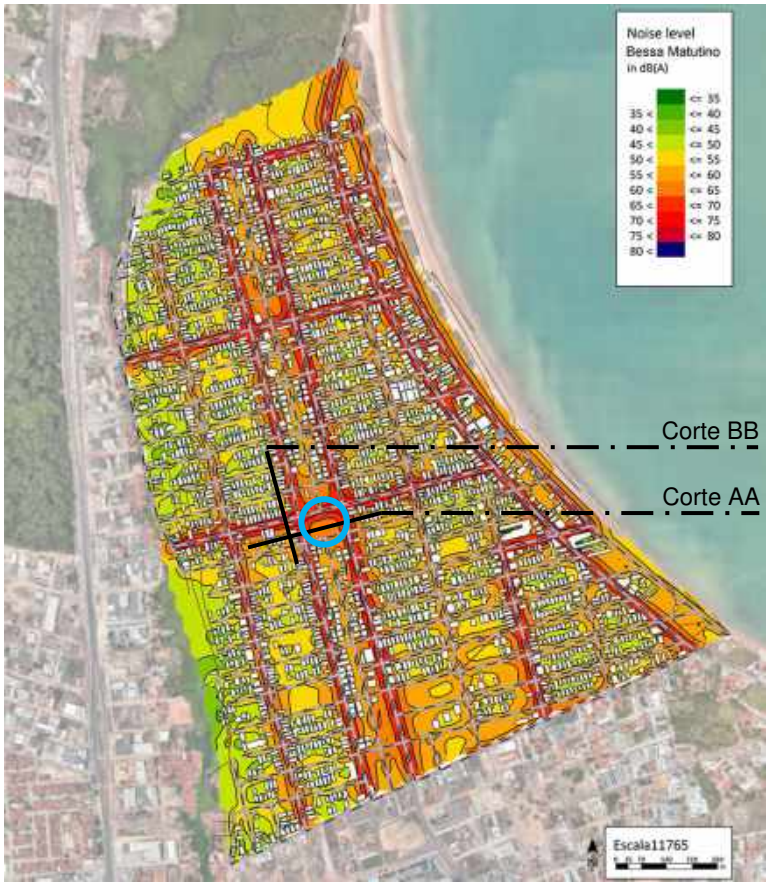


Figura 7 – Mapa de ruído do Bessa no período matutino com marcação da Praça do Cajú (em azul).

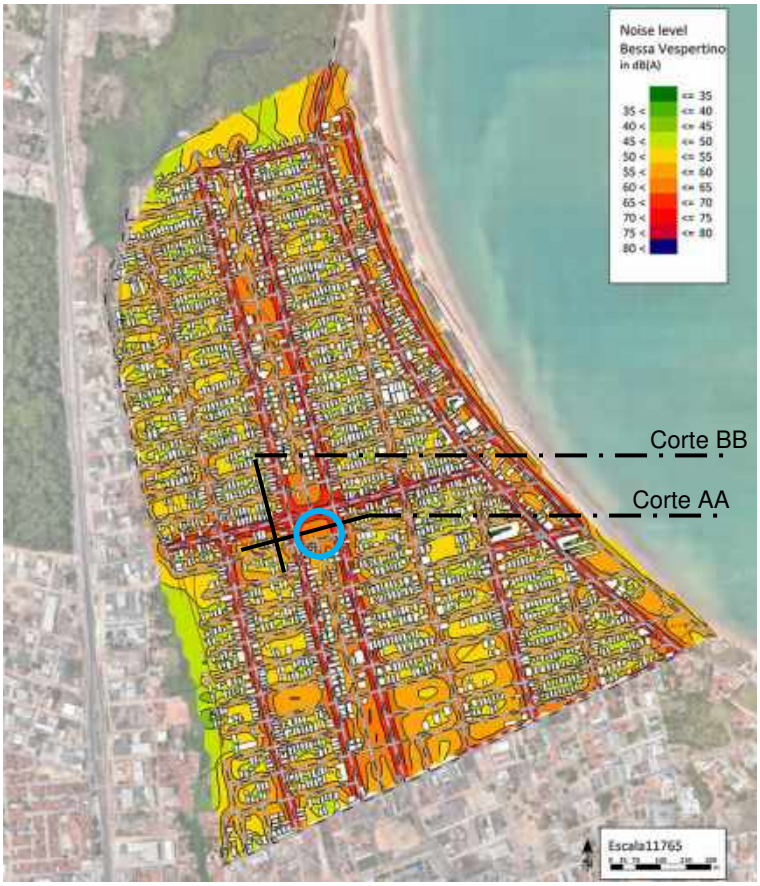


Figura 8 – Mapa de ruído do Bessa no período vespertino com marcação da Praça do Caju (em azul).

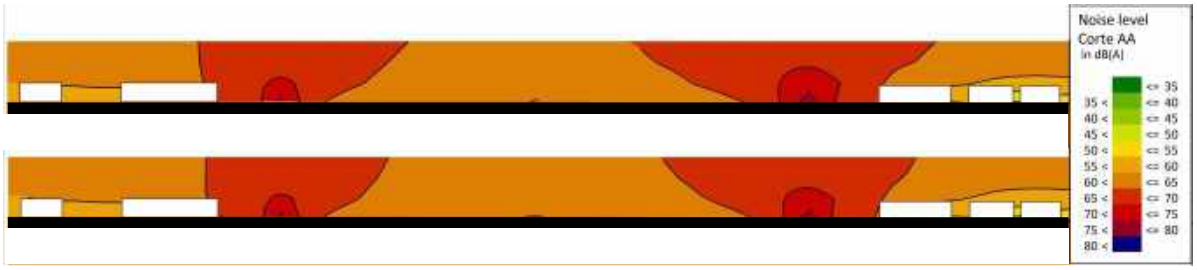


Figura 9 – Corte AA, referente aos períodos matutino e vespertino, respectivamente.

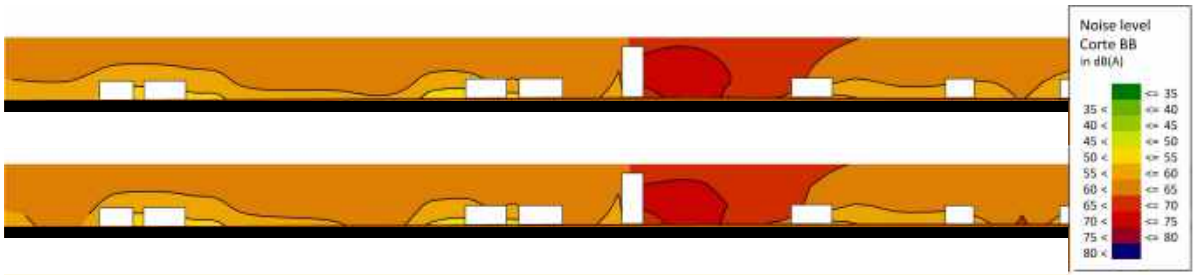


Figura 10 – Corte BB, referente aos períodos matutino e vespertino, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

A principal fonte sonora local corresponde ao ruído proveniente dos veículos automotivos. Os níveis sonoros resultantes apresentam problemas referentes à acústica urbana local, estando a maior parte dos pontos de medição em desacordo com os parâmetros estabelecidos na NBR 10151:2000, em ambos os períodos estudados. Houve uma pequena diferença entre os resultados obtidos no período matutino e vespertino, visto que a coleta dos dados foi realizada em dois horários de pico.

A aferição do modelo identificou que os oito pontos de medição, distribuídos na malha urbana do Bessa, estão calibrados, comprovando que os mapas elaborados se aproximam à realidade acústica do bairro no que tange ao ruído de tráfego veicular. Afirma-se, contudo, que as simulações podem ter gerado algumas incertezas experimentais, especialmente por ter sido considerado apenas o ruído de tráfego, desconsiderando outras possíveis fontes sonoras existentes na área objeto de estudo. A equipe prevê, como análise complementar na próxima etapa da pesquisa, a inclusão das fontes sonoras pontuais propagadas no bairro. Com essa análise mais detalhada, será possível realizar a correlação dos dados com as denúncias de poluição sonora feitas pela população.

A pesquisa demonstrou que o mapa de ruído é uma importante ferramenta para a análise e compreensão dos cenários sonoros urbanos contribuindo para um melhor planejamento das cidades. Sua utilização torna-se necessária para a identificação de pontos sensíveis e críticos quanto ao ruído, facilitando a adoção de medidas de mitigação de altos níveis de pressão sonora e da poluição sonora por fontes pontuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, 2000.

BRASILEIRO, Tamáris da Costa. Mapeamento sonoro: **Estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/PB. 2017.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

BRASILEIRO, T.; ALVES, L.; ARAUJO, R.; FLORENCIO, D.; ARAÚJO, V.; ARAÚJO, B.. **Concentration mapping of noise pollution complaints in João Pessoa-PB (Brazil) between 2012 and 2015.** In International Congress on Acoustics, 2016, Anais... Buenos Aires.

BRASILEIRO, T.; ALVES, L.; FLORENCIO, D.; ARAÚJO, V.; ARAÚJO, B.. **Estado da arte dos mapas sonoros no Brasil.** In XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de acústica, 2018, Anais... Porto Alegre.

DIRECTIVA 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de junho de 2002 relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias.** 2002. Disponível em: < http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:PT:PDF> Acesso em: maio de 2018.

FLORÊNCIO, Débora N. P.. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN.** 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

GUEDES, Italo C. M.; BERTOLI, Stelamaris R. **Mapa acústico como ferramenta de avaliação de Ruído de tráfego veicular em Aracajú – Brasil**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 5, n. 2, jul. /dez. 2014, p. 40-51.

NAGEM, M. P. **Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia. 2004.** Dissertação (mestrado em engenharia civil) – Programa de Pós-graduação em engenharia civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, Luís Conde; VALADO, Fátima. **O Mapa de Ruído Municipal como Ferramenta de Planeamento.** Acústica 2004.

Guimarães, Portugal, 2004. Disponível em: < http://www.sea-acustica.es/Guimaraes04/ID162.pdf> Acesso em: maio de 2018.

SILVA, Prof. Pérides. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento de AR.** 6ª ed. Belo Horizonte: Empresa Termo Acústica LTDA, 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGAU-UFRN). Aos Laboratórios de Conforto Ambiental da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Aos alunos do curso de arquitetura e urbanismo da UFPB que participaram da etapa de coleta de dados, em especial Lorena Mendonça, Marina Arcoverde e Renato Régis. À CAPES pela concessão de bolsa a uma das pesquisadoras.