

## **MAPEAMENTO SONORO DO BAIRRO CASTELO BRANCO, EM JOÃO PESSOA/ PB**

**Tamáris da Costa Brasileiro (1); Bianca Carla Dantas de Araújo (2)**

(1) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, tamarisbrasileiro@gmail.com

(2) Doutora, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, dantabianca@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cx Postal 1524, Natal-RN, CEP 59078-970, Tel (84) 3215 3721

### **RESUMO**

As fontes sonoras propagadas no espaço urbano, em especial o ruído gerado pelos veículos automotivos, têm elevado os índices de poluição sonora nas grandes cidades. Para avaliação e controle do ruído ambiental, surgem os mapas sonoros, que permitem representar, mediante as curvas isofônicas, os níveis de pressão sonora atuantes no espaço urbano. Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar o impacto sonoro provocado pelo ruído de tráfego no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/ PB, por meio de simulações computacionais no *software* SoundPLAN®. Como resultado, observou-se que o bairro está fragmentado em duas áreas acústicas: a primeira, com índices sonoros mais amenos, é representada pelo campus da UFPB; a segunda, com níveis sonoros mais intensos, é a área de uso predominantemente residencial. Os níveis sonoros resultantes, nos períodos matutino e vespertino, encontram-se acima dos valores recomendados pela legislação. A morfologia urbana do bairro, em especial a vegetação densa e os acentuados desníveis topográficos, desempenha importante papel de atenuação sonora. Os pontos críticos de ruído urbano presentes no Castelo Branco, atingindo 83dB(A), são encontrados nas margens da Rodovia BR 230, nas rotatórias e nas vias arteriais.

Palavras-chave: Poluição Sonora, Ruído Urbano, Mapeamento Sonoro, Morfologia Urbana.

### **ABSTRACT**

The sound sources propagated in the urban space, in particular the noise generated by automotive vehicles, have raised the levels of noise pollution in big cities. For the evaluation and control of the environmental noise, sound maps have appeared, which allows to represent, through the isophonic curves, the sound pressure levels active in the urban space. In this context, the present study aims to evaluate the noise impact caused by traffic noise in the Castelo Branco neighborhood, in João Pessoa / PB, through computational simulations in SoundPLAN® *software*. As a result, it was observed that the neighborhood is fragmented into two acoustic areas: the first one, with smoother noise levels, is represented by the UFPB campus; The second one, with more intense sound levels, it is the area of predominantly residential use. The resulting sound levels during the morning and vespertine periods are above the values recommended by the legislation. The urban morphology of the neighborhood, especially the dense vegetation and the accentuated topographic differences, plays an important role of sound attenuation. The urban noise critical points, in Castelo Branco, reaching 83dB(A), are found on the edges of the BR 230 highway, in the rotations and in the arterial ways.

Keywords: Noise Pollution, Urban Noise, Sound Mapping, Urban Morphology.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades, atrelado ao aumento da densidade demográfica, resulta no aparecimento de fontes de ruído capazes de gerar grande dano à população. Essas fontes, quando em excesso, provocam o aparecimento da chamada poluição sonora (GUEDES, 2005).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição sonora está em segundo lugar no ranking das poluições que causam maior impacto à população, perdendo apenas para a poluição do ar (WHO, 2016). Entretanto, em relação aos demais tipos de poluição, ela é a que apresenta o maior perigo, em virtude da sua dificuldade de percepção e aceitação imediata de seus efeitos, podendo, dessa forma, interferir na saúde humana (SILVA, 2011). Como exemplo dos danos causados ao homem, tem-se a perda parcial ou total da audição, problemas gastrointestinais, cardiovasculares e respiratórios e distúrbio no sistema nervoso. Além disso, pode gerar sensações generalizadas de fadiga e depressão (CARVALHO, 2010).

A OMS classifica como nocivos à população os ruídos constantes acima de 55 dB(A), durante o período diurno, e 40 dB(A) durante o período noturno. Além disso, afirma que níveis sonoros acima de 65 dB(A) podem causar efeitos negativos à população e, caso esse valor ultrapasse 85 dB(A), as consequências podem ser irreparáveis (WHO, 2016).

Com o desenvolvimento da sociedade e, conseqüentemente, da urbanização e industrialização, houve uma extensão na malha de transporte, o que contribuiu para o agravamento da poluição sonora (GUEDES, 2005). Niemeyer (2007) aponta que isso está atrelado ao fato de os automóveis, embora individualmente menos ruidosos que os veículos de grande porte, são, em conjunto, a maior fonte de ruído urbano.

Em se tratando de fluxo de veículos, Ouis (2001) afirma que o ruído de tráfego emitido nos centros urbanos difere daquele que acontece nas rodovias. Enquanto nos centros urbanos os veículos trafegam com velocidade instável (devido aos efeitos de congestionamento), resultando em acelerações e desacelerações, nas rodovias, essa velocidade é, predominantemente, constante e o tempo relativamente curto entre a passagem de um veículo e outro. Em consequência, tem-se que os centros urbanos apresentam alterações significativas nos níveis de pressão sonora, com ocorrência de picos de ruído devido às acelerações repentinas, e as rodovias possuem níveis sonoros uniformes.

Além dos automóveis, as características do tecido urbano 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 (NIEMEYER, 2007).

O tecido urbano apresenta cenários sonoros complexos e seus estudos precisam levar em consideração as diversas fontes sonoras atuantes. Nesse contexto, surgem os modelos computacionais voltados à realização de cálculos, análises e relatórios rápidos e com certa precisão (VENTURA et al., 2008). Esses modelos permitem a elaboração de mapas sonoros, que são essenciais para a avaliação do impacto ambiental causado pelo ruído de tráfego.

São disponíveis, atualmente, no mercado diversos programas computacionais, dentre eles o *software* SoundPLAN®. Seu emprego permite a avaliação dos impactos acústicos, a realização de comparações entre cenários ambientais e a análise de poluentes atmosféricos. Além disso, apresenta um modelo que calcula as potências sonoras dos veículos, derivadas de dados de tráfego (SOUNDPLAN, 2008).

Em meio à expansão urbana do Brasil, foi inaugurada, em 1972, a terceira maior rodovia do país. Possuindo 4.223 km de distância, a Rodovia Transamazônica BR 230, que liga a cidade portuária de Cabedelo, na Paraíba, ao município de Lábrea, no Amazonas, percorrendo sete estados brasileiros (OLIVEIRA NETO, 2013). Segundo Castro (2014) a construção da BR 230 provocou transformações nas áreas urbanas por onde a rodovia percorre, de modo especial, em João Pessoa (PB), visto que a cidade é cortada pela rodovia ao longo de toda sua extensão. Essa transformação gerou impactos causados pelo ruído de tráfego na área urbana de João Pessoa, especialmente na BR 230, cujos índices sonoros afetam diretamente o bairro Castelo Branco, área objeto de estudo da pesquisa. A escolha dessa área se justifica pelo fato de o bairro, além de ser contornado pela BR 230, possuir diversos elementos morfológicos distintos (a exemplo de diferentes níveis topográficos e presença de vegetação densa), e passíveis de comparações. O bairro possui também diversas outras avenidas de fluxo intenso que provocam o aumento dos níveis de pressão sonora que, conseqüentemente, intensifica o desconforto acústico na área.

Essa pesquisa corresponde a um recorte da dissertação intitulada “Mapeamento Sonoro: Estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa/ PB” (BRASILEIRO, 2017).

## 2. OBJETIVO

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

### 3. MÉTODO

O bairro do Castelo Branco possui 3,70 km<sup>2</sup> de extensão, correspondente a 1,76% da área total da cidade de João Pessoa. Situa-se no setor sudeste da cidade e limita-se ao norte e oeste com duas áreas de preservação (Rio Jaguaribe e Mata Atlântica da Paraíba, respectivamente), a leste com o bairro do Altiplano e a sul com o bairro dos Bancários. A trama do Castelo Branco é descontínua com o entorno, apresentando apenas quatro pontos de acesso: A) bairro Miramar pela Rua José Gonçalves Júnior; B) Cabedelo pela Rodovia BR 230; C) bairro do Centro pela Av. Dom Pedro II; D) bairro dos Bancários pela Via Expressa Padre Zé (Figura 1).



Figura 1 – Imagem do bairro Castelo Branco com marcação da UFPB, em amarelo, e da BR 230, em azul (BRASILEIRO, 2017).

A pesquisa utilizou o método de abordagem quantitativo e qualitativo, por meio da prospecção de dados (modelagem, simulações e dados estatísticos), seguidos da leitura e interpretação do cruzamento das informações coletadas em campo com os resultados obtidos nas simulações computacionais. O método operacional baseia-se no estudo de caso, tendo como objeto a relação entre ruído urbano e o bairro Castelo Branco, situado em João Pessoa/ PB.

O processo de elaboração dos mapas sonoros passou por duas etapas. A primeira constituiu em criar uma base de dados que retratasse as condições morfológicas da área estudada. A segunda, por sua vez, referiu-se a importar as informações coletadas na primeira etapa e, com o auxílio do *software* acústico, gerar os mapas sonoros. Dentre os programas computacionais utilizados para elaboração dos mapas acústicos destaca-se o *software* alemão SoundPLAN®, que foi empregado na segunda etapa da pesquisa.

O SoundPLAN® possui ferramentas que possibilitam a criação de modelos 3D, para importar e exportar dados, concordância com as principais normas internacionais de ruído de estradas, ferrovias, indústria e aeronaves. Além disso, apresenta um modelo que calcula as potências sonoras dos veículos, levando em consideração os principais fatores de atenuação sonora ao ar livre (SOUNDPLAN, 2008).

Para que o *software* SoundPLAN® elaborasse os mapas sonoros foi necessário coletar uma série de dados referentes à área objeto de estudo, em especial os de natureza morfológica, de tráfego, meteorológica e acústica. A etapa de coleta de dados contou com a participação de quatro pessoas. Com o levantamento físico da área foi possível organizar uma base de dados para construção e calibração do modelo acústico da região.

Foi elaborada uma listagem, semelhante à proposta por Nardi (2008), contendo todas as informações necessárias para o levantamento físico do bairro. Dividiu-se, então, em quatro itens: morfológico, que se volta ao mapeamento físico/ morfológico da área; meteorológico, pontuando as características climáticas; tráfego, quantificação e caracterização do volume de tráfego; acústico, caracterização e quantificação dos níveis sonoros existentes no bairro.

#### 3.1. Parâmetros morfológicos

As características do tecido urbano influenciam diretamente na propagação das ondas sonoras e, conseqüentemente, na diminuição ou no aumento dos níveis de pressão sonora (NPS) resultantes na área de estudo. Nesse contexto, observou-se a necessidade de coletar todas as informações que caracterizam o cenário urbano do Castelo Branco: altimetria (curvas de nível), hierarquia das vias (de acordo com o fluxo de veículos), tipo de recobrimento do solo, a configuração das quadras, usos e recobrimento do solo, áreas verdes e gabarito das edificações. A altimetria e hierarquia das vias foram obtidas na base de dados da Prefeitura Municipal de João Pessoa e os demais dados foram coletados por meio de observações *in loco*.

### 3.2. Parâmetros meteorológicos

Sabendo que os dados meteorológicos influenciam no comportamento das ondas sonoras, foram coletados – no Instituto Nacional de Meteorologia e na Prefeitura Municipal de João Pessoa – os seguintes dados referentes à área objeto de estudo: temperatura, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos.

### 3.3. Parâmetros de tráfego

Durante as medições acústicas, foi realizada a contagem do volume de tráfego, classificando os veículos em duas categorias: pequeno porte (carros e motocicletas) e grande porte (ônibus e caminhões).

### 3.4. Parâmetros acústicos

Para realizar o mapeamento acústico, deve-se considerar uma “área de estudo” maior do que a área que se pretende conhecer os níveis sonoros. Visto que o bairro Castelo Branco encontra-se desconectado dos bairros que o circundam, não foram encontradas áreas que pudessem exercer influência sonora direta na área de estudo. Portanto, considerou-se, para o cálculo acústico, apenas a poligonal do bairro.

Para escolher a localização dos pontos de medição, foram elaborados, inicialmente, seis mapas contendo zonas segregadas com características em comum. Em seguida, a sobreposição desses mapas resultou na fragmentação do bairro Castelo Branco em cinco áreas que apresentam características em comum. No total foram posicionados 12 pontos de medição distribuídos nas cinco áreas (Figura 2).

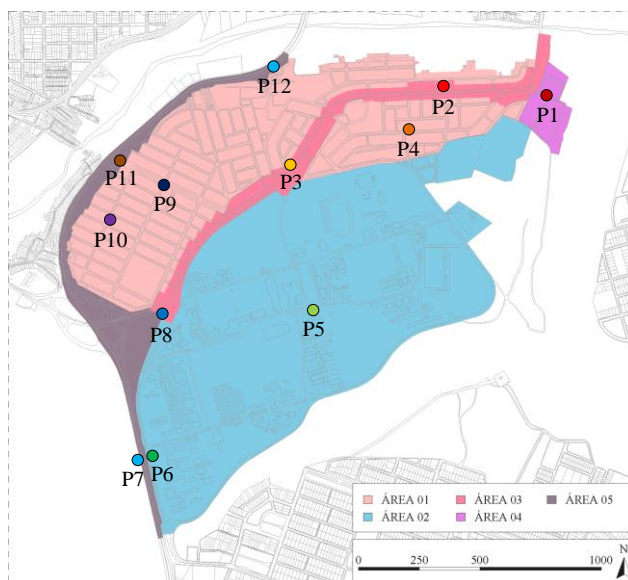


Figura 2 – Mapa com marcação das subáreas do bairro Castelo Branco e dos pontos de medição (BRASILEIRO, 2017).

Como o intuito dos mapas sonoros elaborados nessa pesquisa foi registrar os maiores níveis de ruído, foram escolhidos os dias e horários em que o fluxo de veículos era mais intenso, visto que o conjunto de automóveis resulta na maior fonte de ruído urbano.

Por esse motivo, a coleta de dados foi realizada em horários de pico e dias típicos da semana, de terça à quinta-feira, com o intuito de identificar os possíveis impactos sonoros provenientes do funcionamento das instituições de ensino locais, especialmente a UFPB. As medições ocorreram entre os dias 3 e 5 de maio, 18 e 20 de outubro e 25 e 27 do mesmo mês, no ano de 2016.

Mediante análise dos dados sobre o fluxo de veículos na cidade de João Pessoa, obtidos na Superintendência de Mobilidade Urbana (SEMOB), identificou-se que os horários de pico no bairro Castelo Branco são das 06:45 às 7:45h (horário matutino) e das 18:15 às 19:15 horas (horário vespertino), levando em consideração a entrada e a saída dos alunos na Universidade. Portanto, esses foram os horários escolhidos para a realização das medições. As medições foram realizadas com o auxílio do Medidor de Nível de Pressão Sonora da marca 01dB, modelo SOLO SLM, Tipo 2. O equipamento estava aferido dentro dos padrões requeridos para o ensaio, em função do Certificado de Calibração e do tempo de aquisição do mesmo.

A duração das medições foi de 10 minutos por ponto, por turno (matutino e vespertino), por dia. Foram realizadas seis medições em cada ponto, com duração de 10 minutos cada, sendo três no período matutino e outras três no período vespertino. Utilizou-se, para a análise, a média dos três dias de medição.

### 3.5. Metodologia para elaboração dos mapas

Após a coleta de dados, teve início a etapa da modelagem geométrica da região, representando, no programa computacional QGIS®, todas as grandezas físicas da área. Posteriormente, o desenho foi exportado para o *software* SoundPLAN®, no formato (\*.dxf), e recebeu acréscimo de informações, a exemplo dos dados topográficos.

Com a inserção de todos os dados e realização dos cálculos pelo programa, fez-se a aferição do modelo, comparando-se os resultados obtidos em campo com os valores resultantes do programa. Em seguida, foram gerados os mapas sonoros.

### 3.6. Análise estatística

Para que os *softwares* acústicos gerem os mapas, é necessário que o volume de tráfego de todas as vias da área objeto de estudo seja introduzido. Contudo, a coleta de dados (contagem de veículos e medições sonoras) do bairro Castelo Branco foi realizada em pontos estratégicos, não abrangendo todas as vias. Em decorrência, desenvolveu-se uma análise estatística para suprir os dados ausentes e caracterizar o ruído da área de forma confiável e precisa.

As características estatísticas presentes na pesquisa são: unidade populacional – rua, inserida em dois extratos, o Castelo Branco e a cidade de João Pessoa; quantidade de unidade populacional – 111<sup>1</sup>; unidade amostral – rua, inserida em dois extratos, Castelo Branco e João Pessoa; quantidade de unidade amostral – 31<sup>2</sup>; unidade de observação – rua, inserida em dois extratos, Castelo Branco e João Pessoa.

As variáveis quantitativas da pesquisa são: contínua – representada pelo nível de pressão sonora e velocidade média dos veículos; e discreta – constituída pelo volume do tráfego. As variáveis qualitativas categóricas são: topografia (alta, média e baixa); tipo de recobrimento do solo (asfáltico, paralelepípedo e solo natural); áreas verdes (densa e não densa); gabarito das edificações (1 a 8 pavimentos); largura das vias (7 a 12 metros); e canteiro central (presente ou ausente).

Os dados foram categorizados em dois grupos distintos, os veículos de pequeno porte e os de grande porte, conforme exigem os programas de simulação. A partir da análise estatística dos dados, foi possível criar correlações entre as vias com características semelhantes e estabelecer estatísticas confiáveis (medidas de tendência central e variabilidade) do volume de tráfego para inserir nas simulações e, conseqüentemente, gerar os mapas de ruído.

Verificou-se que, estatisticamente, existe correlação entre volumes veicular e tipologia viária, nos quais segue-se um padrão entre vias próximas e grupos de vias criados conforme características semelhantes.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

O resultado da coleta dos dados acústicos, correspondente aos níveis de pressão sonora de cada ponto de medição, está indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de níveis de pressão sonora, Leq(A), em dB(A), com destaque para os pontos posicionados na Rodovia BR 230

PONTO	DIA 1		DIA 2		DIA 3	
	Matutino	Vespertino	Matutino	Vespertino	Matutino	Vespertino
1	60	53	58	59	55	62
2	73	76	73	75	73	73
3	75	72	75	70	70	71
4	70	69	70	70	70	70
5	63	61	64	59	66	66
6	75	76	75	73	75	75
7	78	79	78	79	78	78
8	73	71	73	70	73	73
9	63	62	65	64	62	60
10	53	56	57	62	78	60
11	83	82	79	70	79	82
12	83	81	82	80	83	81

<sup>1</sup> Quantidade total de vias do bairro Castelo Branco.

<sup>2</sup> Quantidade de vias cujos dados foram coletados.

As Tabelas 2 e 3 apresentam o quantitativo geral da contagem de veículos resultante das três etapas de medições. 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.

Tabela 2 – Dados de tráfego no período matutino, com destaque para os pontos posicionados na Rodovia BR 230

PONTO	DIA 1		DIA 2		DIA 3	
	Leve	Pesado	Leve	Pesado	Leve	Pesado
1	07	00	06	00	04	00
2	184	06	202	07	197	10
3	308	12	215	11	205	16
4	92	12	98	03	104	09
5	103	01	92	00	97	00
6	927	32	827	31	979	28
7	1395	49	1397	52	1358	56
8	1080	22	1007	25	1154	19
9	33	02	31	04	34	03
10	02	00	01	00	00	00
11	1355	39	1311	73	1388	46
12	1390	31	1469	53	1224	72

Tabela 3 – Dados de tráfego no período vespertino, com destaque para os pontos posicionados na Rodovia BR 230

PONTO	DIA 1		DIA 2		DIA 3	
	Leve	Pesado	Leve	Pesado	Leve	Pesado
1	05	00	04	00	05	00
2	195	10	244	11	247	08
3	118	09	222	11	260	09
4	80	08	139	03	131	09
5	90	01	96	00	81	00
6	979	17	835	16	945	27
7	1075	22	1029	32	940	35
8	820	16	806	13	835	19
9	23	02	31	00	28	01
10	03	01	05	00	03	00
11	946	25	985	39	1023	17
12	1000	27	951	27	1032	18

- Ao comparar os três dias de coleta de dados, em ambos os períodos estudados, percebeu-se 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.

- Os pontos localizados nas margens da Rodovia BR 230 (pontos 07, 11 e 12) apresentaram volume de tráfego muito elevado quando comparados com o quantitativo do interior do bairro.

#### 4.1. Mapeamento sonoro do ano de 2016 no período de aulas

Os mapas sonoros do bairro Castelo Branco, nos períodos matutino e vespertino, são representados nas Figuras 3 a 5.



Figura 3 – Mapa sonoro do bairro Castelo Branco no período matutino (BRASILEIRO, 2017).



Figura 4 – Mapa sonoro do bairro Castelo Branco no período vespertino (BRASILEIRO, 2017).



Figura 5 – Mapa sonoro vertical do bairro Castelo Branco no período matutino (BRASILEIRO, 2017).

Os níveis sonoros resultantes na área objeto de estudo estão acima dos recomendados pela norma em quase todos os pontos de medição. Apenas o ponto 05, posicionado no interior do Campus Universitário, atende à norma no período matutino.

O bairro Castelo Branco fragmenta-se em duas áreas acústicas, sendo a primeira o Campus Universitário, com níveis sonoros reduzidos, em virtude da presença da grande massa verde e do afastamento das edificações em relação às vias de grande fluxo de veículos; e a segunda, a zona predominantemente residencial, com níveis sonoros mais elevados, em virtude da presença de espaços urbanos fechados, com edificações margeando as vias de grande fluxo de veículos.

A vegetação densa, proveniente da reserva Florestal, desempenha importante papel de atenuação do ruído urbano local, em especial, no interior e limites do Campus Universitário. Semelhante à vegetação, destaca-se o papel desempenhado pela morfologia urbana, especialmente dos acentuados desníveis topográficos presentes nas margens da Rodovia BR 230.

Os pontos críticos de ruído urbano no Castelo Branco são encontrados nas margens da Rodovia BR 230, em especial nas proximidades da Comunidade Santa Clara (Figura 6). A Rodovia BR 230 foi a via que apresentou o maior fluxo de veículos e o mais alto índice sonoro, em ambos os períodos (matutino e vespertino).

Os níveis sonoros no período vespertino são mais amenos, em virtude da redução da velocidade dos veículos, proveniente do congestionamento, sobretudo a partir das 18:15h, horário das medições.



Figura 6 – Mapa sonoro com destaque para a Comunidade Santa Clara (BRASILEIRO, 2017).

A implantação dos edifícios no Campus Universitário resulta em duas configurações sonoras distintas: na primeira, as maiores fachadas dos edifícios são voltadas para as vias de grande fluxo, resultando em áreas de sombra acústica; na segunda, as menores fachadas se voltam para a via de grande fluxo, criando corredores sonoros para a dissipação das ondas sonoras (Figura 7).



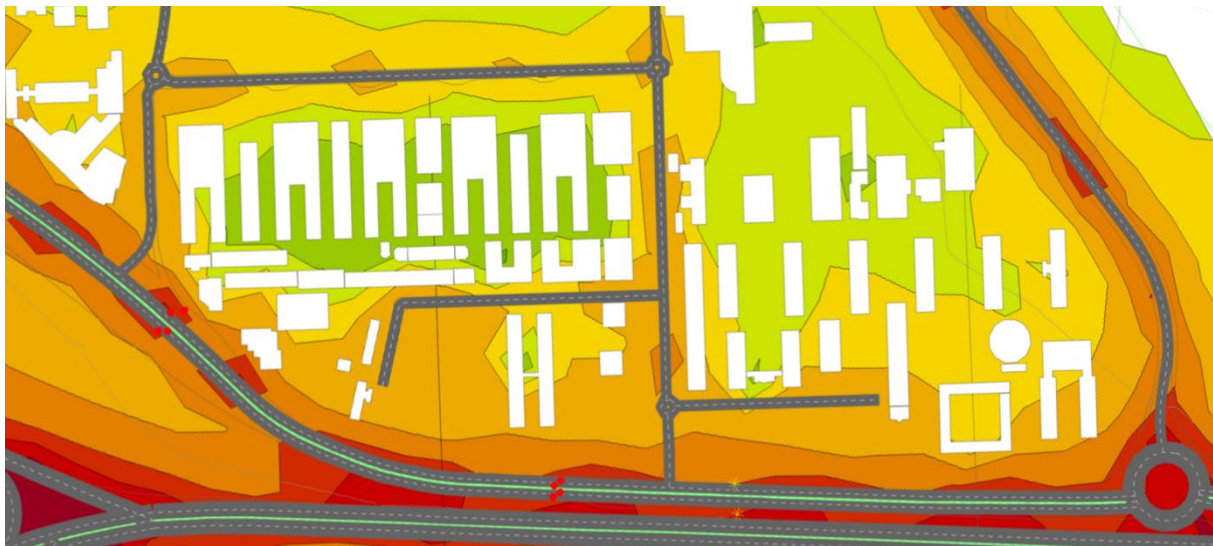


Figura 7 – Mapa acústico com destaque para a implantação dos edifícios no interior da UFPB (BRASILEIRO, 2017).

Ao analisar o comportamento das ondas sonoras nas fachadas dos edifícios da UFPB, por meio do mapeamento das fachadas, percebeu-se que há um decaimento do nível sonoro em virtude do afastamento das vias de grande fluxo de veículos (Via Expressa Padre Zé e Rodovia BR 230). O NPS resultante na fachada frontal do edifício 01 corresponde a, aproximadamente, 65dB(A) e o resultante no edifício 02 é de, aproximadamente, 75dB(A). Observou-se, também, que as esquadrias das salas de aula dos edifícios da UFPB são em vidro comum, não possuindo isolamento acústico adequado, resultando, assim, no aumento do desconforto sonoro (Figura 8).

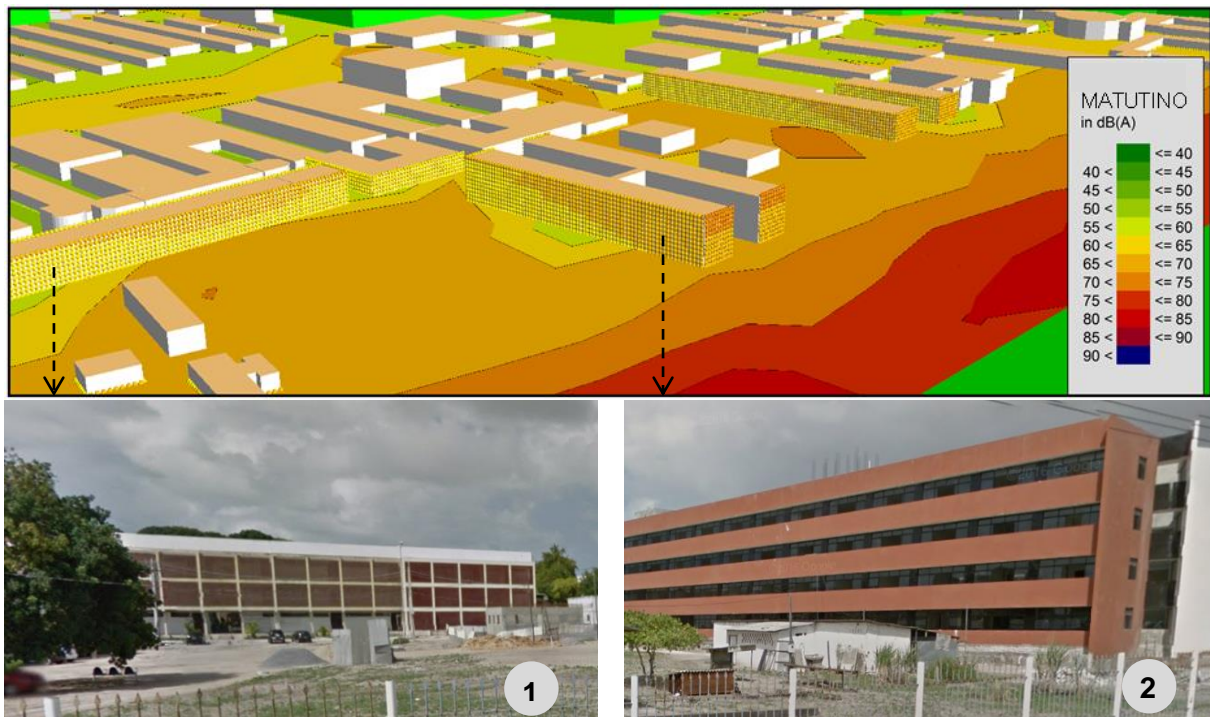


Figura 8 – Mapa sonoro e fotos das fachadas dos edifícios da UFPB (BRASILEIRO, 2017).

## 5. CONCLUSÕES

A aferição do modelo identificou que os doze pontos de medição, distribuídos na malha urbana do bairro do Castelo Branco, estão calibrados, comprovando que os mapas elaborados aproximam-se à realidade acústica do bairro. 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 principal fonte sonora local corresponde ao ruído proveniente dos veículos automotivos. Os níveis

sonoros resultantes apresentam problemas referentes à acústica urbana local, estando todos os pontos de medição em desacordo com os parâmetros estabelecidos na NBR 10.151 (ABNT, 2000), em ambos os períodos estudados.

A pequena diferença sonora entre os períodos, matutino e vespertino, se justifica pela presença do Campus Universitário. Em virtude do funcionamento da UFPB, o fluxo de veículos tende a ser elevado nos três turnos, tornando a intensidade sonora semelhante durante os horários de pico da manhã e da noite.

A morfologia urbana, em especial a vegetação densa e os acentuados desníveis topográficos, desempenha importante papel de atenuação do ruído urbano local, em especial, no interior e limites do Campus Universitário.

A pesquisa demonstrou que o mapeamento acústico é uma importante ferramenta para a análise e compreensão dos cenários sonoros urbanos. Sua utilização torna-se necessária para a identificação de pontos sensíveis e críticos quanto ao ruído, facilitando a adoção de medidas de mitigação da poluição sonora e o aumento da qualidade acústica nas cidades.

## 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.
- CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica Arquitetônica**. 2ª ed. Brasília: Thesaurus, 2010.
- CASTRO, A. A. B. da C. **Interfaces rodoviário-urbanas na produção da cidade**: Estudo de caso do contorno rodoviário de João Pessoa-PB. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.
- GUEDES, I. **Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro**: Um estudo no bairro de Jardins em Aracajú (SE). 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- NARDI, Aline Souza Lopes Ventura. **Mapeamento sonoro em ambiente urbano. Estudo de caso: área central de Florianópolis**. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- NIEMEYER, Maria Lygia Alves de. **Conforto Acústico e Térmico, em situação de verão, em Ambiente Urbano**: uma proposta metodológica. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- OLIVEIRA NETO, Thiago. **Rodovia Transamazônica**: Falência de um grande Projeto Geopolítico. 3 ed. rev., Geonorte. Amazonas: Revista Geonorte, 2013.
- OUIS, D. Annoyance from road traffic noise: a review. *Journal of Environmental Psychology*, 21, p. 101–120, 2001.
- SILVA, Prof. Pérides. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento de AR**. 6ª ed. Belo Horizonte: Empresa Termo Acústica LTDA, 2011.
- SOUNDPLAN BRAUNSTEIN + BERNDT GMBH. **Handbook user's manual**. SoundPLAN LLC. Manual versão 6.5, 2008, 474p. Disponível em: <<http://www.soundplan.com>>. Acesso em 28 de novembro de 2015.
- VENTURA, A. N.; VIVEIROS, E; COELHO, J. L. B; NEVES, M. m. (2008). **Uma contribuição para o aprimoramento do Estudo de Impacto de Vizinhanças**: a gestão do ruído ambiental por mapeamento sonoro. In: SOBRAC, 2008, Anais... Belo Horizonte.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for community noise**, 2016. Disponível em:<<http://www.who.int/docstore/peh/noise/gu>> Acesso em: jan. 2016.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A CAPES pelo apoio financeiro da pesquisa. Ao Laboratório de Conforto Ambiental da UFRN (LabCon) pela disposição dos equipamentos de medição.