

# Mapa de ruído como ferramenta de diagnóstico e projeto

Gevú, N. V.<sup>1</sup>; Fernandes, W. C.<sup>2</sup>; Cortês, M. M.<sup>3</sup>; Fagerlande, G. C.<sup>4</sup>; Niemeyer, M. L. A.<sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> PROARQ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ,

{nayaragevu, wilmac29, marinamcortes, guilhermefagerlande, lygianiemeyer}@gmail.com

---

## Resumo

Um dos maiores problemas ambientais nos grandes centros urbanos está relacionado à poluição sonora e suas consequências para a qualidade dos espaços livres, dos edifícios, como também os efeitos nocivos para a saúde do homem. O mapa de ruído é uma importante ferramenta de planejamento urbano para o estudo, diagnóstico e controle do ruído ambiental. A Europa se coloca na vanguarda com a Diretiva 2002/49/CE relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. No Brasil ainda não existe uma lei nacional que regulamente o mapeamento de ruído. Porém existem pesquisas que estão sendo realizadas nesse sentido. O presente trabalho apresenta o estado da arte dessa metodologia e expõe o desdobramento das pesquisas e produção técnica relacionadas ao mapeamento sonoro no Brasil, com destaque para os trabalhos acadêmicos realizados no Rio de Janeiro pelo Grupo de Pesquisa Projeto, Arquitetura e Sustentabilidade – GPAS / PROARQ / UFRJ. É relevante destacar que a pesquisa de mapa de ruído vem evoluindo no Brasil, e é importante que essa metodologia se expanda do âmbito acadêmico e faça cada vez mais parte da gestão e do planejamento urbano das cidades.

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

**PACS:** 43.20.Ye, 43.30.Zk, 43.50.Rq.

## Noise mapping as a diagnostic and design tool

### Abstract

One of the biggest environmental problems in the big urban centers is due to the noise pollution and their consequences for the quality of the open spaces, the buildings, as well as the harmful effects on human health. The noise mapping is an urban planning tool for the study, diagnostic and environmental noise control. The Europe is placed at the forefront with the Directive 2002/49/CE relating to the assessment and management of environmental noise. In Brazil there is not yet a national law regulating the noise mapping. There are, however, researches that have been taken in these ways. The present work presents the current state of the art of such methodology and sets out the researches and technical production explanation relating to noise mapping in Brazil, especially for the academic works which took place in Rio de Janeiro by the research group "Projeto, Arquitetura e Sustentabilidade – GPAS / PROARQ / UFRJ". It should be noted that the noise mapping research has been evolving in Brazil, and it's important that this methodology expands from the academic area and takes part in cities management and urban planning more and more.

**Keywords:** noise pollution, noise mapping, environmental acoustics, design, urban planning.

## 1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora configura um dos maiores problemas ambientais nos grandes centros urbanos. Pode-se constatar suas consequências para a qualidade dos espaços livres, dos edifícios e os efeitos nocivos à saúde do homem.

Apesar de o ruído fazer parte da paisagem sonora das cidades, tem que ser gerido no sentido da não interferência com usos sensíveis, por exemplo, hospitais, residências ou escolas. O controle do ruído passa por uma gestão urbanística dos espaços da cidade e seus usos, dos seus meios de transporte e da dinâmica da própria cidade, sem esquecer a cultura de cada local.

O enquadramento legal, a nível nacional e municipal, e a fiscalização do seu cumprimento são de grande importância. É importante se avaliar de forma criteriosa o ambiente sonoro e o estabelecimento de planos de redução de ruído com a sua incorporação em planos de urbanização.

O procedimento de mapeamento de ruído é de grande contribuição para o processo de planejamento, diagnóstico e projeto urbano e arquitetônico. O mapa de ruído é uma representação gráfica do comportamento acústico de uma região, em um determinado momento, o que facilita a compreensão dos resultados. Assim, os níveis sonoros medidos ou calculados são representados de maneira semelhante às curvas topográficas de mapas convencionais, através de desenho gráfico, com possibilidades de diversos formatos como perspectivas, cortes, fachadas e no plano horizontal (como planta baixa), dependendo da escala de análise e objetivo do estudo.

A norma ISO 1996 – 2 recomenda identificar nos mapas os limites de cada curva por meio de cores padronizadas em intervalos de 5 dB(A) [1].

Este método permite que medidas de planejamento sejam tomadas para corrigir problemas existentes, bem como a avaliação de situações

futuras, a exemplo, o impacto do aumento do tráfego em uma avenida, a construção de um shopping, subsidiando um planejamento em longo prazo.

As finalidades do mapa de ruído são muitas, podendo ser desde a quantificação do nível de ruído existente, identificando as fontes emissoras e as áreas com níveis acima do admitido, como através da verificação do número de pessoas e de edificações sensíveis (habitações, escolas e hospitais) que estão sendo afetadas. Ele pode também criar diferentes cenários futuros e prever o impacto de novas estruturas e atividades. O que pode ser observado de mais comum é a identificação de áreas críticas, com valores de ruído muito elevados, normalmente excedendo às normas e legislações locais.

A aplicação do mapa de ruído na escala de uma quadra, verificando o número de pessoas afetadas ou como ferramenta de auxílio nas decisões projetuais, é o tipo de estudo mais escasso, diante da realidade da dificuldade dessa ferramenta chegar aos escritórios de arquitetura.

## 2. MAPA DE RUÍDO NA EUROPA

Desde a década de 1970 atividades referentes a mapeamento de ruído vem sendo executadas em países da Comunidade Europeia [2].

A Diretiva Europeia 2002/49/CE relativa à gestão e avaliação do ruído exige a elaboração de mapas estratégicos de ruído pelos seus Estados com mais de 250.000 habitantes, bem como para a implementação de grandes infraestruturas de tráfego, que deverão ser revisados e modificados a cada 5 anos, a partir de sua elaboração [3]. Esses mapas são utilizados pelos órgãos responsáveis para avaliar de forma global a exposição do ruído em toda a União Europeia e para identificar as prioridades para o planejamento de ações. Os mapas informam também ao público em geral a exposição do ruído a que estão submetidos, possibilitando que ações sejam desenvolvidas para controle da poluição sonora.

A produção mais significativa está concentrada em países da comunidade europeia, devido a real possibilidade de aplicação de estudos como base de conhecimento de planos de gerenciamento da poluição sonora.

Alguns exemplos podem ser encontrados em Murphy et al. [4] para a cidade de Dublin; Morillas et al. [5] para a cidade de Cárceres e Mendes e Silva [6] para Viana do Castelo.

Na França, o Instituto Francês de Ciência e Tecnologia para Transportes Terrestres investem no desenvolvimento de metodologias simplificadas para Mapeamento de ruído [7], com base no uso de banco de dados atualizados de emissão sonora e de plantas cadastrais disponíveis on-line.

### 3. MAPA DE RUÍDO NO BRASIL

No Brasil, poucas são as cidades com mapa de ruído englobando a cidade como um todo, como por exemplo, Fortaleza/CE [8], Belém/PA [9,10] e Natal/RN [11].

A Prefeitura do Município de São Paulo regulamentou em 2016 a elaboração de mapa de ruído (Prefeitura do Município de São Paulo, Lei nº 16.499/2016) e em 2018 foi lançado o Mapa de Ruído Urbano Piloto de uma determinada região da Cidade [12].

Apesar de não ser exigido por legislação específica no Brasil, no contexto da pesquisa feita por universidades, a metodologia de mapa de ruído tem sido desenvolvida e amplamente aplicada como estudo em várias cidades brasileiras.

Barreto desenvolveu mapas de ruído para avaliar o impacto do ruído da construção subterrânea das linhas do metrô na cidade de Salvador/BA. Foram estudados tanto os efeitos nos ambientes internos de acordo com a tipologia de cada ambiente, quanto em ambientes externos [13]. O sistema ferroviário urbano estava planejado para funcionar como Ferrovia de superfície, atravessando uma área densamente povoada. Foi utilizado o SPRING gratuito associado ao software *HarmoNoise* [14].

Pinto e Mardones [15] desenvolveram um mapa de ruído para algumas vias do bairro de Copacabana na cidade do Rio de Janeiro usando o software CADNA-A. A validação realizada através de medições *in situ* na área central do bairro, apresentou discrepância de menos de 2 dB(A) em relação a valores calculados.

Na cidade de Belém, região norte do Brasil, Moraes e Simon avaliaram o impacto da implementação de um plano mestre de transporte para a região metropolitana. Da qual resultou num mapa de ruído do período de 2000 a 2009, realizada em uma base cartográfica criada no *ArcMap*, integrado ao software *Predictor Brüel & Kjaer* [16].

Na cidade de Águas Claras/DF, planejada no final de 1990, os mapas de ruído foram utilizados para avaliar a situação atual e cenários futuros. Simulou-se o desempenho acústico de barreiras para a proteção de lugares críticos. O software *SoundPLAN* foi usado, e as medições locais serviram para a calibração do mapa.

Em Aracajú/SE, realizou-se o mapeamento de ruído transversal de uma rua. A possibilidade de trabalhar com seções verticais (*Cross section*) permitiram uma melhor compreensão do efeito geométrico dos *canyons* urbanos que consiste nas áreas mais afetadas pelo ruído do tráfego viário. Além disso, a representação em seção também permite visualizar o efeito de barreiras acústicas, devido à própria topografia e/ou edifícios circundantes [17].

Lessa ao trabalhar com o mapeamento acústico na Favela Santa Marta - RJ propôs uma nova metodologia que se adequasse a característica urbana da área de estudo [18]. Como se tratava de uma favela localizada em um morro e sem circulação de veículos devido a sua topografia, as diversas fontes precisariam ser adaptadas, pois não havia no software tais modelos pré-estabelecidos. Foram feitas medições no local de estudo, através do monitoramento de longo prazo em locais fixos e utilizado o simulador acústico CADNAA.

A carta acústica da cidade de Fortaleza/CE apresentada no ano de 2012 durante o I Congresso Nacional Multidisciplinar de Ruído Ambiental Urbano e Ruído Aéreo (Unifor), é considerada uma experiência pioneira no mapeamento sonoro no Brasil, com intuito de servir como instrumento para redução da poluição sonora e melhoria da qualidade de vida do ambiente sonoro no município. Revelou-se, portanto, como uma ferramenta importante para o desenvolvimento sustentável, fornecendo à população e aos gestores subsídios para identificar e quantificar o problema da poluição sonora na cidade [19].

O projeto foi implantado através da Secretaria do Meio Ambiente de Fortaleza, sob a coordenação de Francisco Aurélio Chaves Brito e participação do professor José Luis Bento Coelho, especialista em Acústica do Instituto Superior Técnico de Lisboa.

No trabalho de Prange e Torres (2016), o cenário acústico existente de um trecho na cidade de Niterói é analisado e comparado com o proposto pelo governo, implantação de um túnel ligando uma região residencial à estação de barca. O modelo acústico da área foi construído por medições de ruído, dados de contagem de fluxo de veículos e levantamento de terra. O mapa de ruído gerado pelo modelo acústico foi validado por medições *in loco* e permitiu avaliar ambos os cenários [20].

Outros trabalhos também foram desenvolvidos no contexto acadêmico, como: Cantiere *et al.* (2010) na região central da cidade de Curitiba/PR [21]; Souza (2012) com o Bairro Imbuí em Salvador/BA [22]; Brasileiro (2017) com o Bairro Castelo Branco, em João Pessoa-PB [23]; Cortês (2013) com o Bairro de Petrópolis em Natal/RN [24]; Pinto (2013) com predição de ruído urbano para a construção do Estádio Arena das Dunas, em Natal/RN [25]; entre outros e em 2018 com o mapa acústico de toda a cidade de Natal.

A seguir serão apresentados trabalhos que foram desenvolvidos no âmbito de mapeamento de ruído na cidade do Rio de Janeiro pelo grupo de pesquisa GPAS (Grupo Projeto,

Arquitetura e Sustentabilidade), cadastrado no CNPQ e vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### 3.1. Vargem Grande, Rio de Janeiro | 2014

O mapeamento acústico feito em Vargem Grande, Bairro localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro, foi elaborado para uma avaliação do impacto sobre o ambiente sonoro decorrente da interpretação dos parâmetros urbanísticos da legislação vigente, Lei Complementar 104/ 2009 – o “PEU das Vargens”. A pesquisa trabalhou em conjunto com o Grupo de Pesquisa Sistemas de Espaços Livres no Rio de Janeiro - SEL-RJ, que desenvolvia as bases cadastrais com os cenários urbanos atuais e futuros a serem analisados. Localizado em área de expansão urbana e de influência dos investimentos para as Olimpíadas de 2016, Vargem Grande sofreu forte pressão do mercado imobiliário. Com características rurais, com planícies, montanhas, sítios e casas de veraneio, foi ganhando feições urbanas com o surgimento de grandes loteamentos e condomínios [26].

A metodologia de avaliação envolveu a comparação dos mapas de ruído da situação existente na época, e do cenário futuro e a análise crítica do potencial de impacto das alterações morfológicas da paisagem urbana sobre o ambiente sonoro.

A figura a seguir mostra as áreas em que foram elaborados os mapas de ruído.



**Figura 1:** Áreas de simulação de mapa de ruído (adaptado de Google Earth, 2014 [26]).

Como exemplo, é apresentada a situação atual e cenário futuro da região do Haras (Figuras 2 e 3).



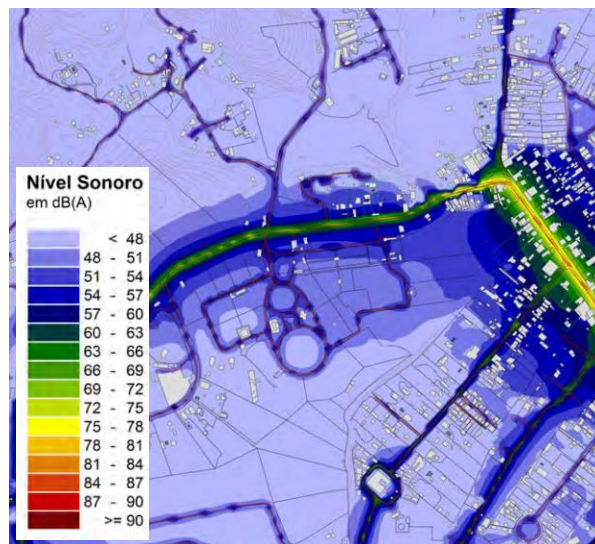
**Figura 2:** Situação atual (Google Earth, 2014 [26]).



**Figura 3:** Cenário futuro (adaptado de Google Earth, 2014 [26]).

Na situação existente, os níveis de ruído da Estrada dos Bandeirantes em frente ao Haras

se situaram na faixa de  $L_{Aeq}$  66 a 69 dB. Níveis sonoros mais elevados são verificados no trecho que concentra o comércio local e o acesso a um parque aquático (borda esquerda do mapa). Na maior parte da área do mapa níveis de pressão sonora são inferiores à  $L_{Aeq}$  50 dB.



**Figura 4:** Mapa Cenário Existente [26].

O cenário futuro indicou o acréscimo significativo do nível sonoro ao longo da estrada dos Bandeirantes, devido ao aumento do volume de tráfego e à consequente redução da fluidez do escoamento. Verifica-se também elevação significativa do nível sonoro no entorno das edificações. Além do tráfego de veículos nas vias internas dos condomínios, deve ser também considerado o efeito da pavimentação das áreas de estacionamento.



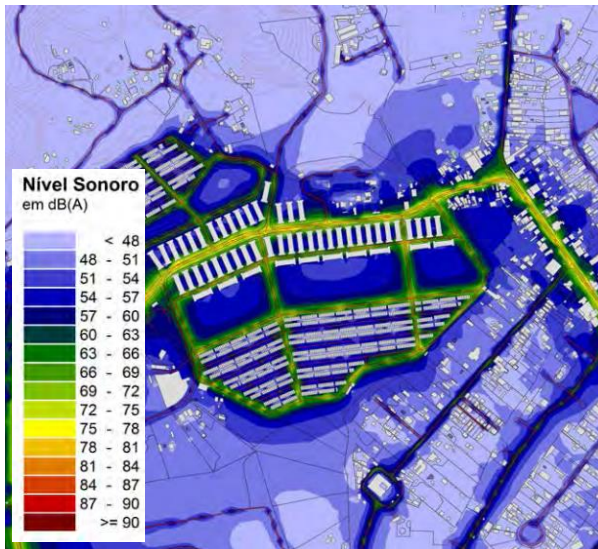


Figura 5: Mapa Cenário Futuro [26].

A pesquisa colaborou nas discussões sobre a problemática do PEU, que acarretou na suspensão das licenças de construção no PEU das Vargens pela Prefeitura do Rio de Janeiro e revisão da legislação (<http://glo.bo/1b9hdcR>, O Globo. Notícia publicada em 5/11/13 - 13h50).

### 3.2. Aterro do Flamengo, Rio de Janeiro | 2015

Este trabalho foi um estudo de caso realizado no Parque do Aterro do Flamengo, na Zona Sul do Rio de Janeiro. O parque, com projeto paisagístico realizado por Burle Marx, é uma das principais áreas públicas de lazer da cidade e apresenta grande diversidade sonora e de aspectos morfológicos de especial interesse para estudos de acústica ambiental.



Figura 6 e 7: Parque do Aterro do Flamengo [27].

A pesquisa utilizou uma combinação de métodos de medição, de simulação computacional e inventário das características físicas para análise do ambiente acústico do parque.

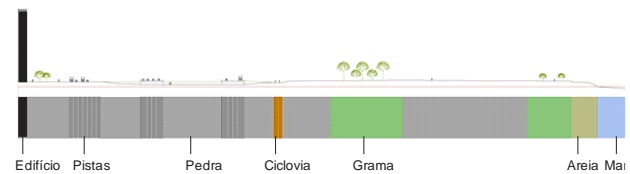


Figura 8: Desenho esquemático em corte do inventário físico [27].

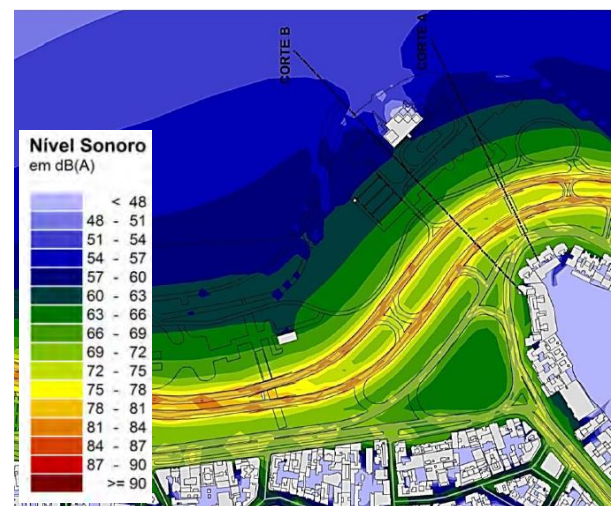


Figura 9: Mapa Horizontal [27].

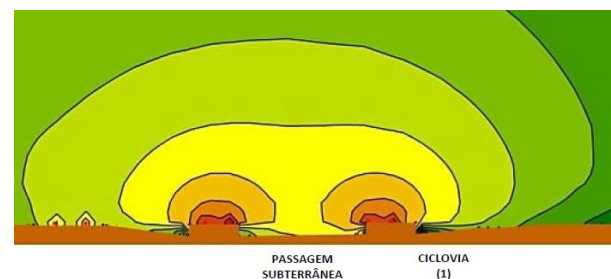
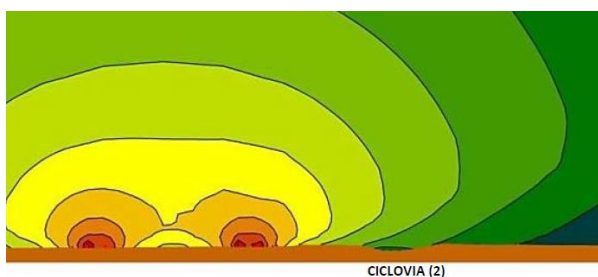


Figura 10: Corte A [27].



**Figura 11:** Foto do local do Corte A – pista com passagem de pedestre subterrânea [27].



**Figura 12:** Corte B [27].



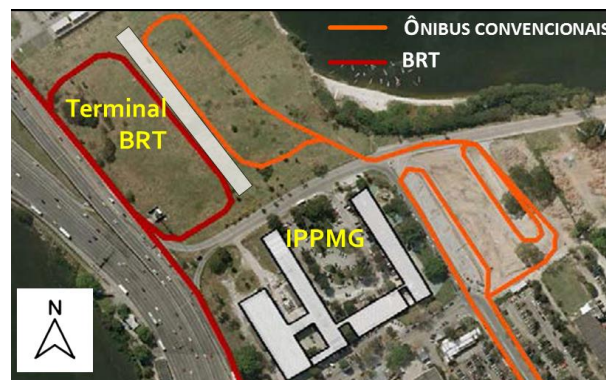
**Figura 13:** Localização do Corte B – ciclovia com desnível [27].

Apesar da proximidade com as vias expressas, que ligam o centro aos bairros da Zona Sul da cidade, foi observado que a hierarquização viária, os desníveis e taludes definidos pelo traçado urbano e paisagístico, reforçado com a absorção sonora do solo, criam espaços de grande qualidade acústica, protegendo os usuários do ruído do tráfego de veículos.

Por outro lado, a diversidade funcional, as atividades culturais, esportivas e de permanência dos usuários reforça a presença de sons da natureza e gera uma sonoridade rica e variada.

### 3.3. Ilha do Fundão, Rio de Janeiro | 2015

A pesquisa em questão apresenta os resultados da avaliação do impacto sonoro do terminal do BRT Transcarioca implantado no campus da Ilha do Fundão da Universidade Federal do Rio de Janeiro sobre os edifícios do entorno, em especial sobre o Instituto de Pediatria e Puericultura Martagão Gesteira.



**Figura 14:** Aéreo (adaptado de Google Earth, 2015 [28]).

O mapa de ruído diurno indica a exposição da fachada oeste, paralela à Linha Vermelha e ao corredor do BRT, a níveis de ruído da ordem de  $L_{Aeq}$  78 dB e das demais fachadas externas a níveis sempre superiores a  $L_{Aeq}$  65 dB. As fachadas que são voltadas para o pátio interno estão um pouco mais protegidas, porém os níveis sonoros não se adequam às recomendações de  $L_{Aeq}$  50 dB diurnos da NBR10151/2000, para áreas de entorno de hospitais ou de escolas, em nenhum ponto do mapa.



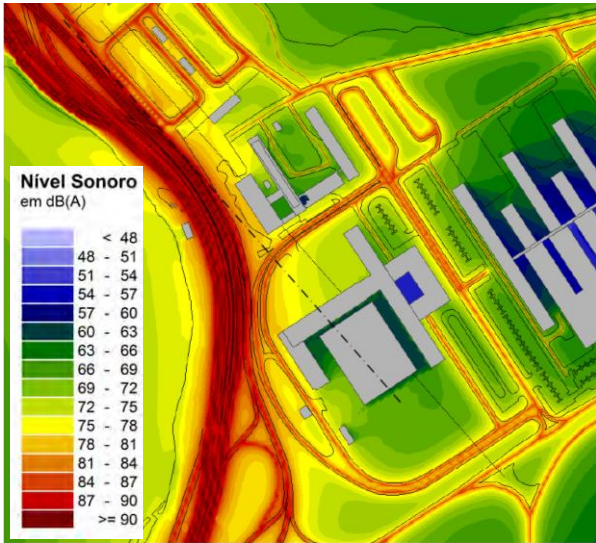


Figura 15: Mapa Horizontal [28].

### 3.4. Andaraí, Rio de Janeiro | 2016

Este trabalho descreve os parâmetros adotados para simulação e avaliação de desempenho de impacto ambiental de barreira acústica para o Renascença Clube, localizado na Zona Norte do Rio de Janeiro.

A barreira será implantada para mitigar o impacto sonoro sobre os edifícios do entorno causado pelas tradicionais Rodas de Samba que são realizadas no pátio interno do Clube.



Figura 16: Clube Renascença [29].

Vista entrando no clube, com quadra de ensaio da escola de samba ao fundo e cobertura existente à esquerda, onde ocorrem as rodas de samba.



Figura 17: Vista geral do pátio descoberto [29].

O estudo considerou três cenários de simulação, A (atual sem evento), B (atual com evento) e C (barreira acústica com evento).

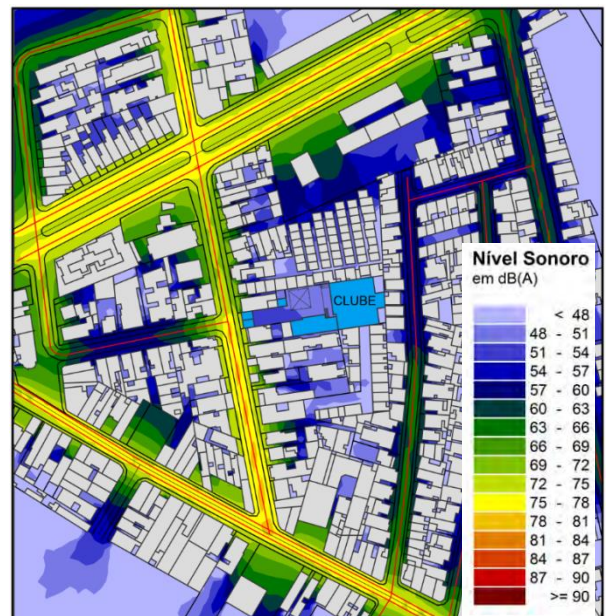
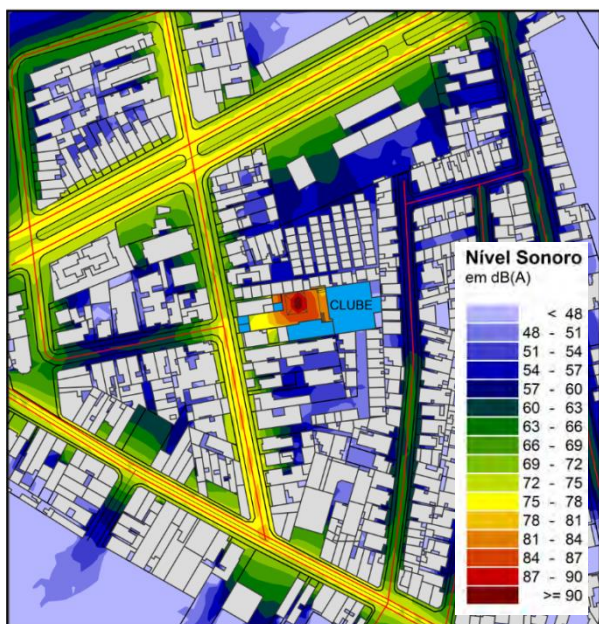
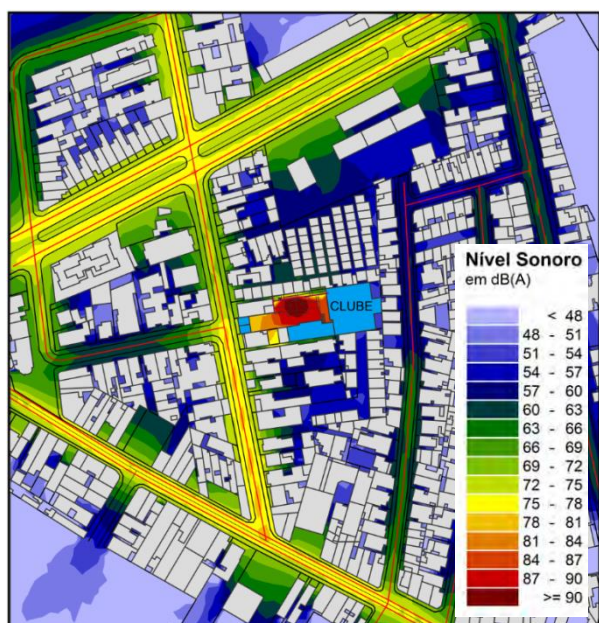


Figura 18: Mapa Cenário atual sem evento – Cenário A [29].





**Figura 19:** Mapa Cenário atual com evento – Cenário B [29].



**Figura 20:** Mapa Cenário futuro com evento e barreira – Cenário C [29].

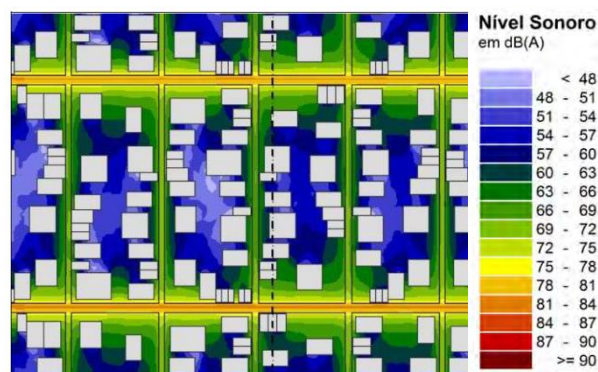
A comparação entre o mapa de ruído do cenário A e B, permite verificar que a realização do evento impacta de forma significativa o entorno imediato, em especial a vila ao lado. Esta situação é agravada pela ausência de muro entre o clube e as residências.

A implantação da barreira (cenário C) atenuará de forma significativa este impacto. A energia sonora redirecionada pela barreira

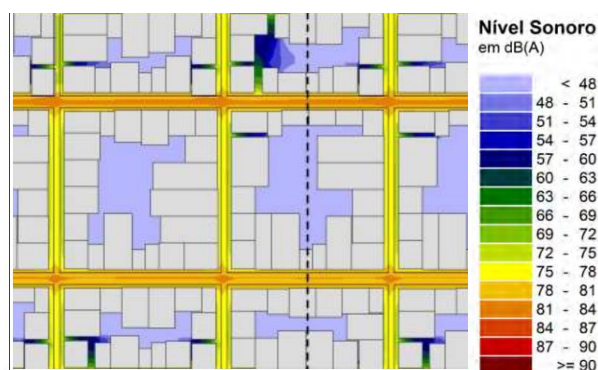
para o clube permitirá que o som seja reduzido e melhor ouvido pelo público no pátio interno do clube e na varanda do edifício em frente, que utilizam como camarote.

### 3.5. Botafogo, Copacabana e Barra, Rio de Janeiro | 2016

A pesquisa apresenta os diferentes cenários acústicos resultantes da propagação do ruído de tráfego rodoviário através de simulações com modelos teóricos elaborados de acordo com as características morfológicas observadas em três bairros do Rio de Janeiro: Botafogo, Copacabana e Barra da Tijuca.



**Figura 21:** Mapa Botafogo [30].



**Figura 22:** Mapa Copacabana [30].

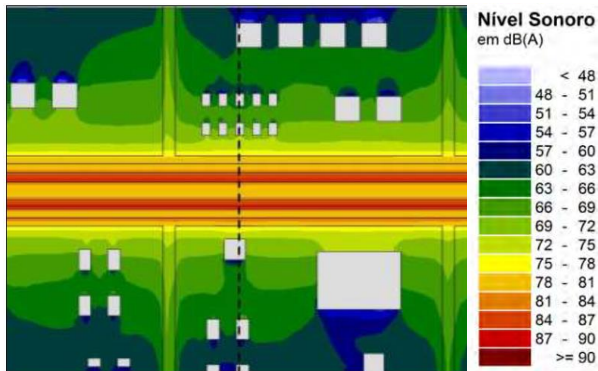


Figura 23: Mapa Barra da Tijuca [30].

Pode-se concluir que as diversas configurações urbanas influenciam decisivamente no cenário acústico dos locais. Portanto, é determinante para a regulamentação de parâmetros de atenuação sonora nas cidades.

### 3.6. Avenida Brasil, Rio de Janeiro | 2017

Este trabalho foi realizado para a compreensão da ambiência acústica do entorno do Pavilhão Arthur Neiva/Fiocruz, localizado na Zona Norte do Rio de Janeiro. O Pavilhão é composto de espaços sensíveis que desenvolvem atividades acadêmicas e de pesquisa que exigem concentração e silêncio, mas se localiza as margens da Avenida Brasil, via expressa de fluxo intenso, que gera constantes ruídos e vibrações.



Figura 24: O edifício e a Avenida Brasil (Evolução Urbana da Avenida Brasil, s.d [31]).

A partir dos resultados obtidos através de medições e de simulações foi possível afirmar que a Avenida Brasil, com seu tráfego intenso, causa influência sonora externa acima dos limites considerados ideais pela NBR 10151/2000, impactando significativamente no conforto acústico do ambiente de entorno do edifício e nas atividades que são desenvolvidas no pavilhão.

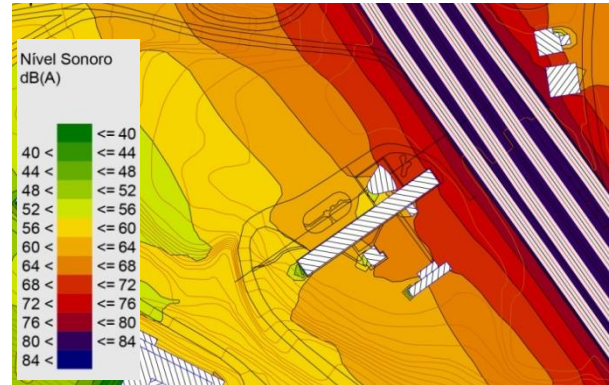


Figura 25: Mapa Horizontal [31].

O mapa de ruído horizontal gerado apresenta limites sonoros elevados considerando principalmente o uso do edifício. Observa-se que o nível sonoro recebido pela fachada frontal (noroeste) se mantém entre  $L_{Aeq}$  68 e 76 dB.

### 3.7. Lapa, Rio de Janeiro | 2018

A pesquisa feita no bairro da Lapa, Rio de Janeiro, teve como objetivo mapear o conjunto de vias e identificar os locais e fontes com maior contribuição para poluição sonora naquela área. A partir da contagem do fluxo de veículos, composição do tráfego nas vias, medição dos níveis de ruído advindos das vias e da movimentação das pessoas em torno dos bares e casas noturnas, além de gravações da paisagem sonora, foi feita a simulação computacional no software *SoundPLAN*. Foram criadas três situações para que se pudesse comparar e os resultados podem ser observados a seguir:



Figura 26: Mapa Cenário A – apenas Veículos [32].





Figura 27: Mapa Cenário B - Veículos e Pessoas [32].

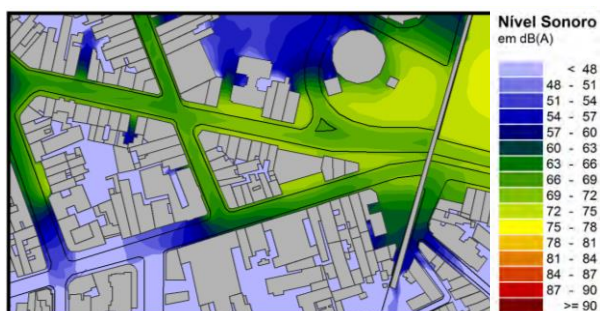


Figura 28: Mapa Cenário C – apenas Pessoas [32].

O cenário A representa a configuração padrão durante o dia, o cenário B a configuração padrão durante a noite e o cenário C um cenário hipotético, caso não houvesse a circulação de veículos.

A comparação entre os mapas horizontais de ambos os cenários A, B, e C, revelaram um impacto bastante significativo gerado pela movimentação das pessoas em torno dos bares e casas noturnas. Porém, constatou-se que ainda assim, o tráfego de veículos continua sendo a maior fonte de ruído nessa área.

### 3.8. Laranjeiras, Rio de Janeiro | 2018

A pesquisa tem o interesse em estudar o ambiente acústico da Rua Pinheiro Machado e seu entorno, devido à característica de alta poluição sonora em uma região majoritariamente residencial, com limite de nível de pressão sonora recomendado de  $L_{Aeq}$  55 dB.

Os níveis de pressão sonora equivalente mais altos foram encontrados no Viaduto Eng. Noronha (próximo ao Túnel Santa Bárbara e no cruzamento com o túnel Jardel Filho), ao longo da Rua Pinheiro Machado e na Via Expres-

sa Praia de Botafogo. Estes valores chegam a  $L_{Aeq}$  90dB em um trecho próximo ao túnel e num trecho da via expressa, e muitas vezes chegam a  $L_{Aeq}$  85dB ao longo do Viaduto Eng. Noronha, da Rua Pinheiro Machado e na Praia de Botafogo.

Observa-se também que em trechos protegidos por edificações e relevo, como atrás do Palácio Guanabara, atrás da Universidade Santa Úrsula, e em alguns centros de quadras entre edificações, os valores de  $L_{Aeq}$  podem chegar a 45 dB, atendendo a norma.

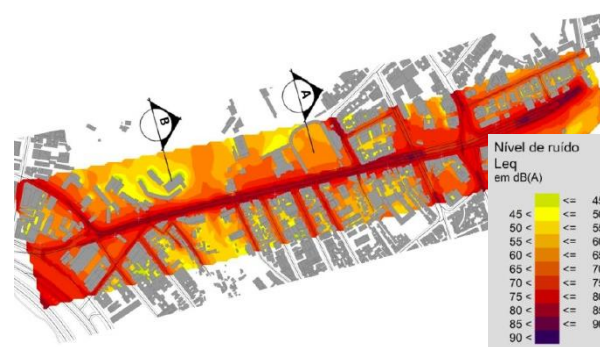


Figura 29: Mapa Horizontal [33].

Este trabalho mostra que os níveis de pressão sonora na área da Rua Pinheiro Machado encontram-se muito acima dos níveis exigidos pela norma NBR 10151/2000. Todos os pontos medidos ficaram acima da norma.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poluição sonora é um dos fatores prejudiciais para a saúde da população. O estudo e a aplicação de ferramentas de análise do ruído são essenciais para a melhora da qualidade ambiental.

Como observado neste trabalho, a pesquisa de mapa de ruído vem evoluindo no Brasil, e é importante que essa metodologia se expanda do âmbito acadêmico e faça cada vez mais parte da gestão e do planejamento urbano das cidades.

O enquadramento legal, a nível nacional e municipal, e a fiscalização do seu cumprimento são de grande relevância. É importante se avaliar de forma criteriosa o ambiente sonoro



e o estabelecimento de planos de redução de ruído com a sua incorporação em planos de urbanização.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e à FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, pelo suporte técnico e financeiro disponibilizados.

## REFERÊNCIAS

1. GUEDES, I. C. M.; BERTOLI, R. S. M. *Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracaju – Brasil*. Unicamp, 2015.
2. IMAGINE - *Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment. State of the Art - Deliverable 2 of the IMAGINE project*. IMAGINE, 2004. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/imagin\\_e\\_en.htm](https://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/imagin_e_en.htm)>.
3. DIRETIVA 2002/49/CE DO PARLAMENTO EUROPEU e do Conselho, de 25 de junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente – *Declaração da Comissão no Comitê de Conciliação da diretiva relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente*. Jornal Oficial nº L 189 de 18/07/2002 p. 0012 – 0026.
4. MURPHY, E.; RICE, H. J.; MESKELL, C. *Environmental noise prediction, noise mapping and GIS integration: the case of inner Dublin, Ireland*. East-European Acoustical Association, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10197/3000>>.
5. MORILLAS, J. M. B.; ESCOBAR, V. G.; SIERRA, J. A. M.; GÓMEZ, R. V.; CARMONA, J. T. *An environmental noise study in the city of Cárceres, Spain*. Applied Acoustics, v. 63, n. 10, p. 1061-1070, 2002.
6. MENDES, J. F. G.; SILVA, L. T. *Indicadores de alteração global do clima acústico. Uma metodologia de análise para monitoramento do ruído urbano*. In: Proceedings of 2nd Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável, Braga, Portugal, 2006.
7. NIEMEYER, M. L. A.; MARTINS, T. A. L. *Towards Sustainable Urban Planning for Brasil cities: A know ledge – base integrate environmental predictive date into a DSS*. Toulouse, France, 2012.
8. BRITO, F; COELHO, B. *The creation of the noise map of the city of Fortaleza*. In: INTERNOISE, 13, 2013.
9. MORAES, E. M. L. *Poluição sonora em Belém – Brasil: identificação, caracterização e medidas de controle do ruído urbano*. II Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento, Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. In: Anais do PLURIS 2006, Portugal, 2006.
10. MORAES, E. M. L. *Mapa acústico de Belém: Previsão do nível de ruído ambiental através de método de simulação computacional. Relatório de pesquisa*. Belém, 2010.
11. FLORÊNCIO, D. N. P. *Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no Município de Natal/RN*. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Natal-RN, 2018.
12. INAD SP - INTERNATIONAL NOISE AWARENESS DAY – SÃO PAULO. *Mapa de ruído urbano: projeto piloto SP*. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.mapaderuidosp.org.br>>.
13. BARRETTO, D. M. *Impacto Sonoro da Implantação do Metrô de Salvador em Edificações adjacentes considerando os efeitos na população*. Salvador, 2008.

14. CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. *Spring: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling*. Computers & Graphics, v. 20, n.3, p. 395-403, 1996.
15. PINTO, F.; MARDONES, M. *Noise mapping of densely populated neighborhoods: example of Copacabana, Rio de Janeiro – Brazil*. Environmental Monitoring and Assessment. v. 155, p. 309-318, 2009.
16. MORAES, E.; SIMON, F.; GUIMARÃES, L. H. *Mapa de Prediccion del Ruido Ambiente en Belém – Brasil*. In: Anais do X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Natal, 2009.
17. GUEDES, I. C. M. *Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracajú (SE)*. Dissertação (Mestrado) - Unicamp, Campinas, São Paulo, 2006.
18. LESSA, B. P. V. *Avaliação de Poluição Sonora em Assentamento Informal: Estudo de caso Comunidade Santa Marta - RJ*. Dissertação (Mestrado) - UFRJ, COPPE, Programa de Engenharia Mecânica, Rio de Janeiro, 2012.
19. BRITO, F.; COELHO, B. *The creation of the noise map of the city of Fortaleza*. In: INTERNOISE, 13, 2013.
20. PRANGE, S. P.; TORRES, J. C. B. *Noise impact of urban mobility changes: Charitas tunnel case study*. In: SBE16 Brazil & Portugal, 2016.
21. CANTIERE, E.; CATAI, R. E.; AGNOLETTI, R. A.; ZANQUETA, H. F. B.; CORDEIRO, A. D.; ROMANO, C. A. *Elaboração de um mapa de ruído para a região central da cidade de Curitiba – PR*. Revista Produção Online, Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, v. 10, n. 1, 2010.
22. SOUZA, D. F. M. *Mapeamento acústico do ruído de tráfego rodoviário do bairro Imbuí, Salvador - Ba*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Bahia, 2012.
23. BRASILEIRO, T. C. *Mapeamento sonoro: estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa - PB*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Departamento de Arquitetura, Natal, 2017.
24. CORTÊS, M. M. *Morfologia e qualidade acústica do ambiente construído: estudo de caso em Petrópolis, Natal/RN*. Dissertação (Mestrado) - UFRJ, PROARQ, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2013.
25. PINTO, D. N. *Mapeamento sonoro como ferramenta para Predição de Ruído urbano na área de influência do estádio Arena das Dunas, Natal/ RN*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
26. NIEMEYER, M. L. A. ; CORTÊS, M. M.; PAREDES, L. A. ; FERNANDES, W. C ; CHAVES, M. L. C. N. S. C. ; AGUIAR, F. M. *Influência de Legislação de Uso do solo na Configuração do Ambiente Sonoro: O PEU das Vargens*. In: XXV Encontro SOBRAC, 2014, Campinas - SP. XXV Encontro SOBRAC, 2014.
27. NIEMEYER, M. L. A. ; CORTÊS, M. M.; AGUIAR, F. M.; CHAVES, M. L. N. *Metodologia para avaliação acústica de espaços livres (Parque do Aterro do Flamengo, RJ)*. In: Euro Elecs, 2015.
28. NIEMEYER, M. L. A. ; FERNANDES, W. C ; ROCHA, R. B. ; AGUIAR, F. M. *Avaliação do Ambiente Sonoro do Entorno do Terminal BRT. Campus UFRJ, Ilha do Fundão*. ENCAC, v. 1, p. 1-6, 2015.

29. NIEMEYER, M. L. A.; CORTÊS, M. M.; GEVÚ, N. V. *Acoustic barrier for outdoor music event: The “roda de samba” in Rio de Janeiro*. In: ICA, 2016.

30. NIEMEYER, M. L. A. ; ROCHA, R. B.; FERNANDES, W. C ; CORTÊS, M. M.; AGUIAR, F. M. *Simulação Acústica de ruído de tráfego em três configurações urbanas*. In: Pluris, 2016, Maceió. Pluris, 2016.

31. GEVÚ, N. V. *Projeto de intervenção para o Pavilhão Arthur Neiva/Fiocruz: estudo da vibração e do ruído rodoviário como fator de dano em bem moderno tombado*. Dissertação (Mestrado) - UFRJ, PROARQ, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2017.

32. FERNANDES, W. C.; NIEMEYER, M. L. A.; FAGERLANDE, G. *Mapeamento sonoro como ferramenta para análise do ambiente sonoro no corredor cultural do bairro da Lapa, Rio de Janeiro*. In: XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Sobrac 2018. Porto Alegre, 2018.

33. FAGERLANDE, G.; NIEMEYER, M. L. A.; TORRES, J. C. B. *Avaliação do ruído urbano na Rua Pinheiro Machado e seu entorno, Laranjeiras, Rio de Janeiro*. In: 14ª Jornada Urbanere, 2018.