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

# IMPACTOS DA REESTRUTURAÇÃO VIÁRIA NO CENTRO DO RIO DE JANEIRO SOBRE AS CONDIÇÕES DE RUÍDO URBANO: AVALIANDO UM LEGADO DO PROJETO PORTO MARAVILHA

**Marina Cortês (1); Marilia Fontenelle (2)**

(1) Doutora, Arquiteta e Urbanista, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ/UFRJ), marinamcortes@gmail.com, telefone: (21) 98003-2097

(2) Doutora, Arquiteta e Urbanista, Professora Adjunta do Departamento de Arquitetura da UFF; mariliafontenelle@id.uff.br, telefone: (21) 2629-5746

## RESUMO

Este artigo avalia os impactos nas condições de ruído urbano decorrentes da reestruturação viária realizada no Centro do Rio de Janeiro, como parte das operações do Projeto Porto Maravilha. Definiu-se como área de estudos a região adjacente à Av. Rio Branco, onde foram reduzidas as faixas de circulação de veículos para implantação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT). Foram realizadas medições do Nível de Pressão Sonora *in loco* antes (2014) e após (2016) intervenção na área para confecção de mapas de ruído, cortes e mapas de conflito, por meio de simulações computacionais no programa *SoundPlan*. Verifica-se que a Av. Rio Branco foi a única beneficiada com a reestruturação viária, apresentando uma redução de 3 e 1% do $LA_{eq}$ e do L90, respectivamente. Os ganhos na Av. Rio Branco não compensam os prejuízos observados nas demais vias analisadas, onde se observou um aumento de até 10% do $LA_{eq}$ e 13% do L90. A intervenção praticamente anulou os poucos trechos que atendiam aos níveis sonoros indicados pela NBR 10151/2000 para áreas comerciais e administrativas. A intensificação do tráfego em algumas vias decorre sobretudo da redistribuição dos fluxos, o que demonstra a ineficácia de intervenções pontuais no sistema viário e a necessidade de conjugar investimentos e transporte público com políticas para desencorajar ou mesmo proibir a circulação de veículos particulares em algumas áreas do centro do Rio de Janeiro.
Palavras-chave: ruído urbano; mapa de ruído; VLT; centro urbano.

## ABSTRACT

This paper evaluates the impacts on the urban noise conditions resulting from the traffic system interventions in downtown Rio de Janeiro, as part of the Porto Maravilha Urban Operation. The study area includes Rio Branco Avenue surrounding blocks, where some traffic lanes have been replaced by Light Rail Vehicle (LRV). Sound Pressure Level measurements were performed before (2014) and after (2016) intervention in order to produce noise maps, sections and conflict maps, by means of numerical simulations in SoundPlan. Results show that the benefits from intervention were only perceived in Rio Branco Avenue, where there was a reduction of 3 and 1% of the LAeq and L90, respectively. The gains in Rio Branco Avenue do not compensate the losses observed in the other streets, where there was an increase of up to 10% in LAeq and 13% in L90. The intervention practically eliminated the few areas that met the sound levels indicated by NBR 10151/2000 for financial and commercial districts. The traffic has become more intense on some roads mainly due to the redistribution of flows. This finding reinforces the importance of combining investments on public transportation with policies to discourage or even prohibit the circulation of private vehicles in some areas of downtown Rio de Janeiro.
Keywords: urban noise; noise map; LRT; urban areas.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, observou-se um movimento de revalorização do Centro do Rio de Janeiro como área financeira da cidade, reduzindo-se a taxa de vacância dos imóveis de 37 para 5% (VEJA RIO, 2008). A escolha da cidade para sediar os Jogos Olímpicos de 2016 impulsionou a requalificação do bairro, ao atrair grandes investimentos com o Projeto Porto Maravilha.

Neste contexto, o Centro passou por sucessivas transformações, especialmente do ponto de vista da mobilidade urbana. Na Av. Rio Branco, uma das principais vias do Bairro, que conecta o Aterro do Flamengo à Zona Portuária, teve parte da circulação, antes realizada por ônibus, táxis e veículos particulares, substituída pelo Veículo Leve sobre Trilhos (VLT). Também sofreu alterações a Rua 7 de setembro, perpendicular à Av. Rio Branco, que teve sua circulação restrita ao pedestre e ao VLT. Estima-se que a reestruturação viária realizada na área modificou significativamente o tráfego de veículos na região, impactando diretamente a qualidade ambiental do meio urbano, com destaque para os aspectos sonoros.

O presente artigo apresenta uma análise comparativa de medições sonoras antes e após as mudanças, por meio de mapas de ruído, que representa graficamente a distribuição dos níveis sonoros da região estudada.

Os mapas de ruído estão bastante difundidos principalmente nos países da Comunidade Europeia, com a Diretiva 2002/49/EC. No Brasil, apesar do estado da arte em pesquisas, não são exigidos nas legislações federais e são pouco presentes nas municipais. Fortaleza/CE (BRITO; COELHO, 2013), Belém/PA (MORAES, 2010) e Natal/RN (FLORÊNCIO, 2018) são locais com mapa de ruído para a Cidade como um todo. Em 2018, foi lançado o Mapa de Ruído Urbano Piloto de uma determinada região da Cidade de São Paulo (INAD SP, 2018). Existem também pesquisas em Universidades como as de Pinto e Mardones (2009) com o Bairro de Copacabana/RJ, Garavelli et al. (2010) em Águas Claras/DF, Cantiere et al. (2010) no Centro de Curitiba/PR, entre outros.

## 2. OBJETIVO

Avaliar os impactos nas condições de ruído urbano decorrentes da reestruturação viária realizada no Centro do Rio de Janeiro.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em quatro partes: Delimitação da área de estudos e coleta de dados morfológicos; Realização de medições *in loco* antes e após reestruturação viária; Realização das simulações acústicas para composição dos mapas de ruído; Análise comparativa dos resultados.

### 3.1. Etapa 1: delimitação da área de estudos

No centro do Rio de Janeiro, foi selecionado um trecho contendo a avenida por onde percorre o Veículo Leve sobre Trilhos (Avenida Rio Branco) e algumas vias adjacentes, cujo tráfego foi direta ou indiretamente afetado pela reestruturação viária (Figura 1).




Figura 1 – Limites da área de estudos. Fonte: adaptado de Google (2017).

Esta área é caracterizada pelo alto adensamento construtivo e populacional, pelo tráfego intenso de

veículos (especialmente na Av. Rio Branco, Presidentes Vargas e Primeiro de Março) e pela elevada concentração de torres corporativas, que conformam cânions urbanos de razão de aspecto entre 3 e 7.

A reestruturação viária afetou diretamente a Avenida Rio Branco. Parte da circulação, antes realizada em duplo sentido por veículos leves e pesados, foi limitada ao Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) em uma das vias e a carros na outra. A via do VLT passou a ser de pedra e a de veículos manteve-se asfaltada (Figura 2 e 3).



Figura 2 - Avenida Rio Branco, antes e após intervenção. Fonte: autores.

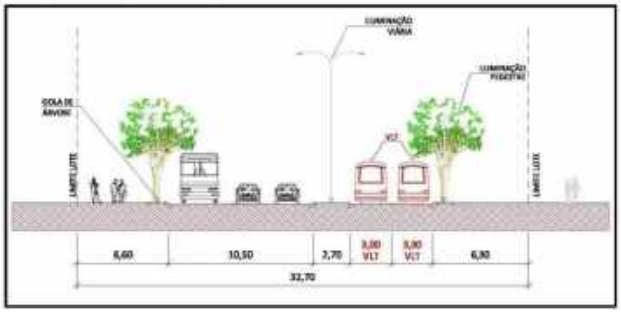



Figura 3 – Proposta de impalntação do VLT para a área de estudo. Fonte: Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro.

Observa-se que parte do tráfego da Av. Rio Branco foi deslocado principalmente para a Rua Primeiro de Março, que antes das transformações na área já era bastante intenso.

Também sofreu alterações a Rua 7 de setembro, perpendicular à Avenida Rio Branco, que teve sua circulação restrita ao pedestre e ao VLT. Na pavimentação da via, substituiu-se o paralelepípedo pela pedra, e na calçada, a pedra portuguesa foi trocada por piso intertravado (Figura 4).




Figura 4 - Rua 7 de Setembro, antes e após intervenção. Fonte: Google (2017) e autores.

## 3.2. Etapa 2: Medições acústicas

Foram realizadas medições *in loco* antes e após as obras do VLT: 11 de abril de 2014 (início às 8:00h) e 07 de dezembro de 2016 (início às 9:30h).

O equipamento utilizado foi o medidor de Nível de Pressão Sonora DB200, da KIMO Instruments, na curva de ponderação "A", em resposta rápida (*fast*).

Os procedimentos de medição foram realizados de acordo com as recomendações da norma ABNT – NBR 10151/2000. O equipamento ficou afastado a aproximadamente 1,2 m do piso e 2 m do limite de quaisquer superfícies refletoras (muros, paredes, etc.), sempre que possível. Foram realizadas medições do Nível de pressão sonora equivalente (LAeq), em decibels ponderado em A, simultaneamente à contagem de

veículos leves e pesados. Os pontos de medição foram localizados nos centros das quadras, para não sofrer interferência da aceleração e desaceleração dos veículos nos cruzamentos.

Mostrou-se também medido o nível estatístico $L_{90}$, pois pode ser aceito como ruído de fundo, chamado agora de som residual, indicando o nível sonoro que foi ultrapassado durante 90% do tempo de medição (BISTAFA, 2006).

Durante as medições, além do nível sonoro das vias, foram observadas outras fontes como obras, locais com música alta, campainhas de garagem, mas em menor escala. Procurou-se, assim, um distanciamento das mesmas, para não influenciar nos resultados. Este procedimento auxiliou na elaboração dos mapas de ruído com interesse no impacto do tráfego rodoviário. A Figura 5 localiza os pontos de medição e as Tabelas 1-3 apresentam os dados levantados nas medições de 2014 e 2016.




Figura 5 – Pontos de medição. Fonte: Adaptado do Google (2017).

Tabela 1 - Características gerais das vias

| P | Nome | N. de faixas | Sentidos | Recobrimento da via | Canteiro Central | Largura da via |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | R. da Assembleia | 2 | 1 | Asfalto | - | 10,50m |
| 02 | R. 7 de Setembro | 1 | 1 | 2014: Paralelep.<br>2016: Pedra | - | 12,00m |
| 03 | R. do Ouvidor | 1 | 1 | Paralelepípedo | - | 3,50m |
| 04 | Av. Rio Branco | 5 | 2 | 2014: Asfalto<br>2016: Pedra | - | 18,50m |
| 05 | R. da Quitanda | 1 | 1 | Paralelepípedo | - | 4,00m |
| 06 | R. do Carmo | 1 | 1 | Paralelepípedo | - | 4,75m |
| 07 | Av. 1° de Março | 4 | 1 | Asfalto | - | 16,00m |
| 08 | R. do Rosário | 1 | 1 | Paralelepípedo | - | 4,20m |
| 09 | R. Buenos Aires | 1 | 1 | Asfalto | - | 4,20m |
| 10 | R. da Alfândega | 1 | 1 | Paralelepípedo | - | 3,60m |
| 11 | Av. Presidente Vargas | 4 | 2 | Asfalto/ Paralelepípedo | 4m | 13,00m |
| 12 | Av. Presidente Vargas | 7 | 2 | Asfalto | 6m | 13,50m |

Tabela 2 - Número de veículos Leves e Pesados

| P | Nome | Veículos Leves | | Veículos Pesados | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2014 | 2016 | 2014 | 2016 | 2014 | 2016 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | R. da Assembleia | 50 | 39 | 1 | 4 | 51 | 43 |
| 02 | R. 7 de Setembro | 9 | 5 | 0 | 0 | 9 | 5 |
| 03 | R. do Ouvidor | 4 | 6 | 1 | 0 | 5 | 6 |
| 04 | Av. Rio Branco | 73 | 100 | 62 | 6 | 135 | 106 |
| 05 | R. da Quitanda | 29 | 23 | 1 | 3 | 30 | 26 |
| 06 | R. do Carmo | 3 | 5 | 0 | 0 | 3 | 5 |
| 07 | Av. 1° de Março | 224 | 191 | 28 | 28 | 252 | 219 |
| 08 | R. do Rosário | 7 | 28 | 0 | 0 | 7 | 28 |
| 09 | R. Buenos Aires | 28 | 22 | 0 | 0 | 28 | 22 |
| 10 | R. da Alfândega | 2 | 6 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| 11 | Av. Presidente Vargas | 75 | 39 | 16 | 23 | 91 | 62 |
| 12 | Av. Presidente Vargas | 229 | 163 | 48 | 55 | 277 | 218 |

Tabela 3 - Nível Sonoro – LAeq e L90

| P | Nome | 2014 | 2016 | Diferença | 2014 | 2016 | Diferença |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LAeq | LAeq | | $L_{90}$ | $L_{90}$ | |
| 01 | R. da Assembleia | 70,7 | 76,9 | 6,2 | 65,0 | 73,3 | 8,3 |
| 02 | R. 7 de Setembro | 66,3 | 73,0 | 6,7 | 63,0 | 68,6 | 5,6 |
| 03 | R. do Ouvidor | 69,1 | 71,6 | 2,5 | 65,0 | 68,9 | 3,9 |
| 04 | Av. Rio Branco | 75,0 | 73,0 | -2 | 69,0 | 68,3 | -0,7 |
| 05 | R. da Quitanda | 74,6 | 77,7 | 3,1 | 68,0 | 70,8 | 2,8 |
| 06 | R. do Carmo | 66,9 | 72,2 | 5,3 | 65,0 | 69,4 | 4,4 |
| 07 | Av. 1° de Março | 73,6 | 76,0 | 2,4 | 67,0 | 70,9 | 3,9 |
| 08 | R. do Rosário | 68,3 | 71,8 | 3,5 | 66,0 | 68,5 | 2,5 |
| 09 | R. Buenos Aires | 72,6 | 72,6 | 0 | 69,0 | 70,9 | 1,9 |
| 10 | R. da Alfândega | 66,7 | 71,0 | 4,3 | 64,0 | 68,6 | 4,6 |
| 11 | Av. Presidente Vargas | 69,0 | 73,0 | 4 | 66,0 | 71,7 | 5,7 |
| 12 | Av. Presidente Vargas | 72,9 | 76,9 | 4 | 69,0 | 72,8 | 3,8 |

É importante ressaltar algumas alterações observadas nas medições de 2016, que explicam algumas mudanças nas condições sonoras da área:

- → Ponto 1: A Rua da Assembléia em toda a sua extensão passou a servir como ponto de ônibus
- → Ponto 2: Embora tenha sido fechada para circulação de veículos, a Rua 7 de Setembro apresentou-se bastante movimentada com o trânsito de pedestres e carro de polícia
- → Ponto 4: Na Av. Rio Branco, foram realizadas duas medições, representando uma situação com e sem circulação do VLT. Os níveis sonoros foram idênticos nos dois casos. Este foi o único ponto que diminuiu o nível sonoro.
- → Ponto 5: A Rua da Quitanda apresentou intenso congestionamento durante as medições. Por se tratar de uma via muito estreita, os carros ficaram muito próximos do equipamento de medição.
- → Ponto 6 e ponto 10: na Rua do Carmo e Rua da Alfândega, respectivamente, foi observado ruído provenientes de obra e do funcionamento de aparelhos de ar condicionado.

## 3.3. Etapa 3: Simulações acústicas

Nesta etapa foram elaborados mapas de ruído, que são uma importante ferramenta de planejamento urbano para o estudo, diagnóstico e controle do ruído ambiental. Trata-se de uma representação gráfica dos níveis sonoros de uma região, em um determinado momento, com possibilidades de diversos formatos como

perspectivas, cortes, fachadas e plano horizontal (como planta baixa). Através dessa ferramenta é possível quantificar o nível de ruído existente, identificar as fontes emissoras e as áreas com níveis acima do admitido pela legislação, verificar o número de pessoas e de edificações sensíveis (habitações, escolas e hospitais) afetadas, criar diferentes cenários futuros e prever o impacto de novas estruturas e atividades, etc.

Para este trabalho, foi utilizado o programa SoundPLAN, que é um software comercial desenvolvido pela empresa alemã Braunstein + Berndt GmbH, voltado para análises ambientais.

Para a simulação de 2014, as únicas fontes de ruído consideradas foram as vias de trânsito rodoviário, como fonte linear. Desta forma, as vias se apresentaram caracterizadas em relação ao número de faixas, largura, presença e dimensão de canteiro central. Para a simulação de 2016, também foi considerada outra fonte linear, referente ao VLT.

As simulações foram realizadas em 3 etapas: alimentação dos dados e elaboração do modelo, simulação computacional e validação do mapa de ruído.

Na primeira etapa, foram introduzidos dados de temperatura, umidade relativa do ar e rosa dos ventos, além dos dados obtido nas medições acústicas.

A modelagem da geometria foi baseada na planta cadastral da área disponibilizada pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (Figura 6).

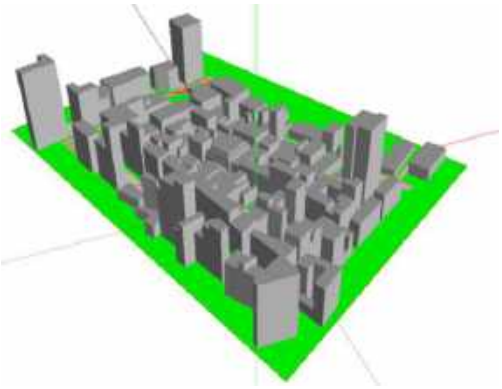


Figura 6 - Modelo tridimensional utilizado nas simulações acústicas. Fonte: SoundPlan.

A Tabela 4 sintetiza os parâmetros gerais para a simulação computacional.

Tabela 4 - Parâmetros gerais de cálculo adotados.

| | |
|---|---|
| **Tipo de mapa** | Mapa acústico horizontal e de conflito; Corte |
| **Tipo de simulação** | Módulo gráfico *Grid noise map e Cross Section* |
| **Altura do mapa horizontal acima da cota do solo** | 1,20 m e 45m |
| **Altura do corte** | 80 m |
| **Espaçamento dos pontos da malha de simulação** | Mapa Horizontal - 3 m / Corte – 2,5m |
| **Número de reflexões** | 3 |
| **Índice calculado** | $L_{Aeq}$ diurno – 8:00h às 10:00h / 9:30h às 11:30h |
| **Normas e legislações** | RLS 90, NBR 10.151/2000 |
| **Dados climáticos** | Temperatura do ar - 28 ºC<br>Umidade relativa - 70% |

Foram realizadas a validação e calibração dos mapas com o objetivo de confrontar os valores simulados com os valores medidos. Mesmo quando os dados de entrada são baseados em medições *in loco*, é fundamental que ocorra essa comparação para verificar se os valores são condizentes.

As simulações realizadas não ultrapassaram a diferença de 2 dB(A) entre os valores simulados e medidos, conforme recomendado por Pinto *et al.* (2004).

## 3.4. Etapa 4: Análise comparativa

Os resultados são comparados por meio de mapas de ruído, mapas de conflito e cortes. Os mapas de conflito confrontam os resultados das simulações com o nível sonoro aceitável para área com vocação comercial e administrativa [<60 dB(A)] estipulado pela NBR 10151/2000. Preferiu-se utilizar como referência a norma brasileira, por esta ser mais restritiva que a Lei Municipal do Rio de Janeiro (LEI Nº 3.268/2001).

## 4. RESULTADOS

As Figuras 7-10 apresentam os resultados obtidos com as simulações computacionais.

Verifica-se que a Av. Rio Branco foi a única beneficiada com a reestruturação viária, apresentando uma redução de apenas 3 e 1% do nível de pressão sonora equivalente ($L_{Aeq}$) e o nível estatístico $L_{90}$,

respectivamente. Esta redução se deve, sobretudo, ao aumento do número de veículos leves e uma diminuição drástica no número de veículos pesados circulando pela via.

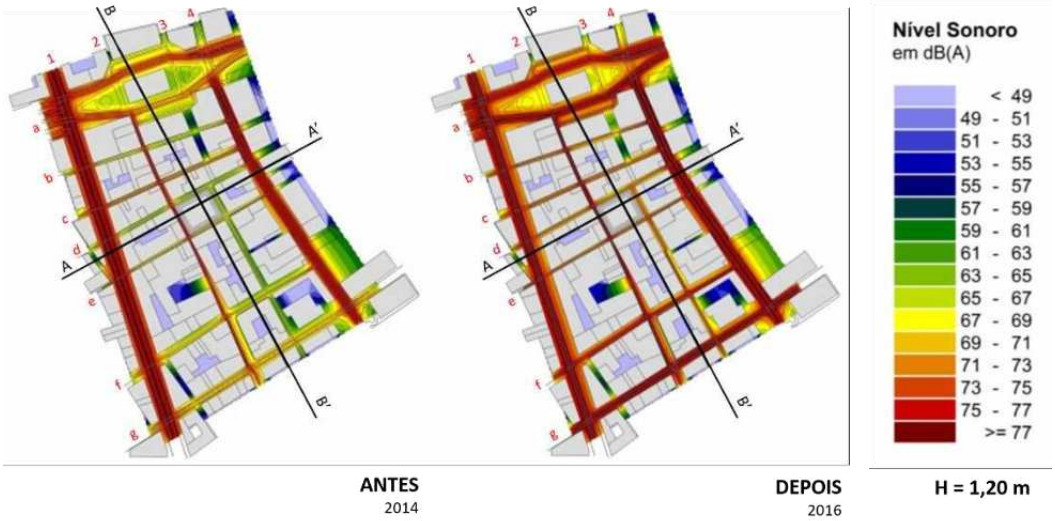
É possível que os ganhos não tenham sido mais expressivos em função da dificuldade de dissipação do ruído em cânions urbanos profundos (ALLARD; GHIAUS, 2005), conforme evidencia o corte AA' (Figura 9). A assimetria da propagação sonora no corte revela um impacto pontual da implantação do VLT nesta área, favorecendo apenas o passeio contíguo aos trilhos.

Em relação ao VLT, mesmo após a sua implantação, verificou-se que os níveis sonoros na Av. Rio Branco diminuíram. Foram feitas diversas medições com e sem o VLT passando e os resultados do $L_{Aeq}$ se mostraram iguais. Percebe-se, portanto, que o nível sonoro dos carros se sobressalta em relação ao do VLT. Entretanto, devido as diferentes frequências das fontes sonoras, principalmente do sinal sonoro emitido pelo VLT que remete ao som dos bondes antigos, é possível diferenciar a passagem do mesmo.

Os ganhos na Av. Rio Branco não compensam os prejuízos observados nas demais vias analisadas. Em todas elas, houve um aumento de 3-10% do $L_{Aeq}$, sendo maior na Rua 7 de Setembro. Já o $L_{90}$ teve um incremento de 3 a 13%, sendo mais expressivo na Rua da Assembleia. Observa-se também uma intensificação do ruído em quase todas as vias transversais e paralelas à Av. Rio Branco, nas duas alturas dos mapas de ruído analisadas (1,2 e 45m) (Figuras 7 e 8). A redução das faixas destinadas à veículos particulares na Av. Rio Branco pode ter gerado uma redistribuição dos fluxos na área. Em muitas vias transversais, o número de veículos leves diminuiu significativamente, entretanto, em razão da largura das vias, intensificou-se o congestionamento, ampliando o nível sonoro na área.

Ressalta-se ainda os impactos expressivos gerados na Av. Presidente Vargas, a despeito de sua baixa razão de aspecto (relação entre largura da via e altura dos edifícios).

Os mapas de conflito (Figuras 7 e 8) evidenciam que a redução do nível sonoro na Av. Rio Branco foi insuficiente para atender o Nível Critério de Avaliação de 60 dB(A) indicado pela NBR 10151/2000 para a região, inclusive à 45m do solo. As ruas do Rosário, do Carmo e do Ouvidor, que antes atendiam à norma, pelo menos à 45m acima da via, agora também apresentam condições sonoras insatisfatórias. Após a intervenção, somente em miolos de quadra as condições sonoras permanecem atendendo às restrições para áreas comerciais e administrativas.



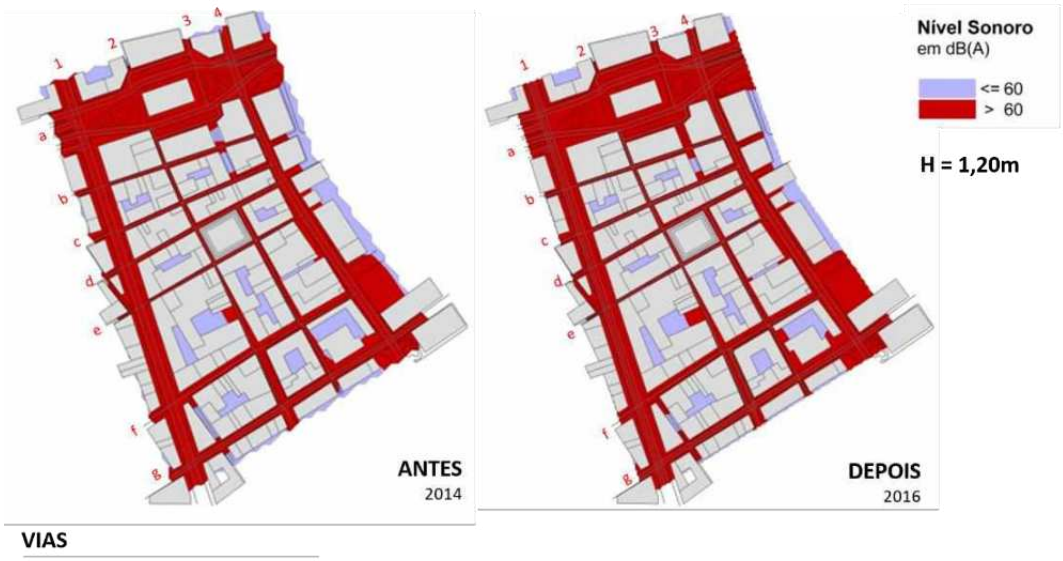



Figura 7 – Mapa de ruído e mapa de conflito antes e depois – H = 1,20m

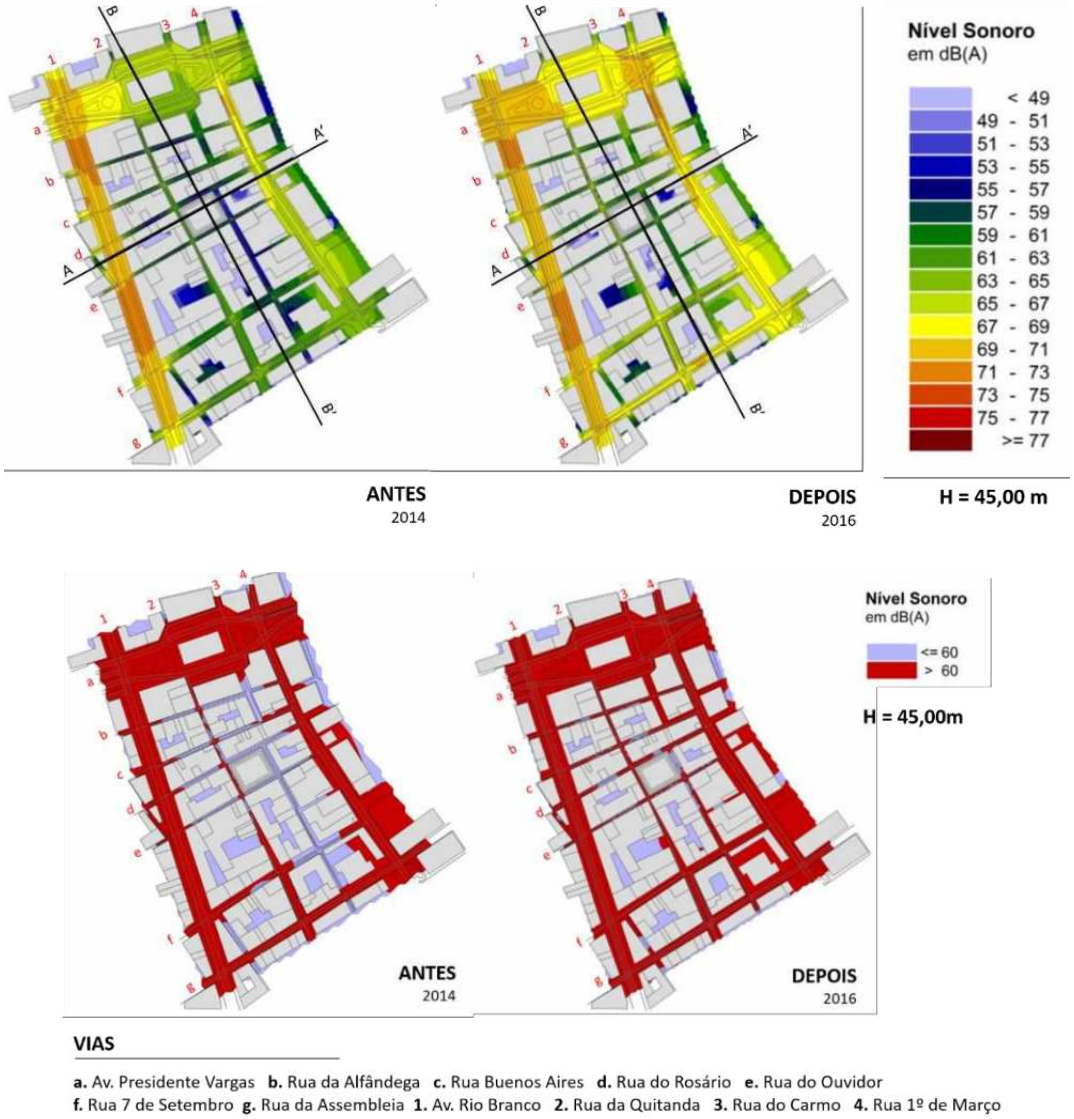



Figura 8 – Mapa de ruído e Mapa de conflito antes e depois – H = 45,00m

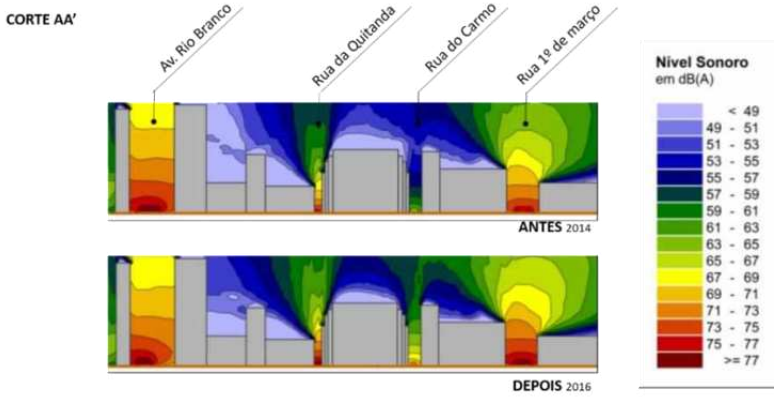



Figura 9 – Mapa de ruído antes e depois – Corte AA'

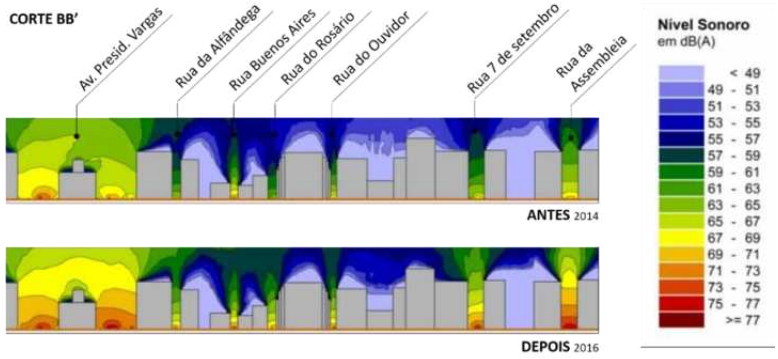



Figura 10 – Mapa de ruído antes e depois – Corte BB'

## 5. CONCLUSÕES

A presente pesquisa evidenciou os impactos negativos da reestruturação viária realizadas pelo Projeto Porto Maravilha sobre as condições de ruído urbano em um determinado trecho do Centro do Rio de Janeiro, por meio de estudo com mapas de ruído.

A despeito da implantação de mais uma modalidade de transporte público e restrição da circulação de veículos leves e pesados na área, houve uma intensificação do tráfego em algumas vias ao redor, decorrentes da redistribuição dos fluxos. Os benefícios identificados na Av. Rio Branco não compensaram os prejuízos gerados em outras vias, o que demonstra a ineficácia de intervenções pontuais no sistema viário. Além disso, verifica-se atualmente que o VLT não atingiu a demanda esperada de usuários e corre o risco de parar de funcionar, devido à falta de recursos para manutenção do serviço (CHAGAS; ÁVILA, 2019).

A pesquisa reforça a necessidade de direcionar os investimentos para além da ampliação do transporte público coletivo. É igualmente crucial criar políticas para desencorajar ou mesmo proibir a circulação de veículos particulares em algumas áreas do Centro do Rio de Janeiro, como já é feito no início da Av. Rio Branco. Isto pode trazer benefícios diretos não só para a qualidade ambiental dos espaços urbanos como também do parque edificado, ampliando, dentre outros aspectos, o potencial de aproveitamento da ventilação natural nos edifícios, principalmente nos pavimentos mais altos, onde os níveis sonoros normalmente são menores.

A pesquisa demonstrou a importância da utilização da ferramenta de mapa de ruído. Caso fosse instrumento presente nas nossas políticas urbanas, situações como essa que aconteceu no Centro do Rio de Janeiro poderiam ser previstas e evitadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 10151 –** Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ALLARD, F.; GHIAUS, C. **Natural Ventilation in the Urban Environment** – assment and Design. London: Earthscan, 2005.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2006.

BRAUNSTEIN + BERNDT GMBH. Handbook user's manual. SoundPlan LLC, 2004. Disponível em: < http:www. soundplan.com>. Acesso em 22 de abril de 2012.

BRITO, F; COELHO, B. The creation of the noise map of the city of Fortaleza. In: INTERNOISE, 13., 2013. **Anais…** Innsbruck: Institute of Noise Control Engineering, 2013.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Lei nº 3268/2001**. Altera o regulamento nº 15, aprovado pelo Decreto n.º 1.601,

de 21 de junho de 1978, e alterado pelo Decreto nº 5.412, de 24 de outubro de 1985. Da proteção da coletividade contra a poluição sonora, Rio de Janeiro, 2001.

CANTIERE, E; CATAI, R. E.; AGNOLETTO, R. A.; et al. 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, UFSC, v.10, n. 1, 2010. Disponível em <www.producaoonline.org.br>. Acesso em: 05 fev. 2013.

CDURP - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA REGIÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO**. Estudo preliminar e provisório de implementação do Veículo Leve sobre Trilhos na Região Portuária e Centro do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.portomaravilha.com.br/conteudo/estudos/estudo_tecnico_preliminar_vlt_ccr.pdf>. Acesso em abril de 2019.

CHAGAS, P.; ÁVILA, E. **VLT corre risco de parar de funcionar por conta de dívidas da prefeitura**. G1 portal de notícias, Grupo Globo, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/03/21/vlt-corre-risco-de-parar-de-funcionar-por-conta-de-dividas-da-prefeitura.ghtml>. Acesso em abril de 2019.

DIRETIVA 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. **Official Journal of the European Communities**, p.12-25, 2002.

FLORÊNCIO, D. N. P. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no Município de Natal/RN**. Tese (Doutorado). UFRN/PPGAU, Natal-RN, 2018.

GARAVELLI, S. L.; MORAES, A. C. M.; NASCIMENTO, J. R. R.; et al. Mapa de Ruído como Ferramenta de Gestão da Poluição Sonora: Estudo de Caso de Águas Claras - DF. In: **Actas do 4º PLURIS.** Portugal, 2010.

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>. Acesso em: maio 2018.

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.

PINTO, Francisco Ramos; GUEDES, Margarida Guedes; LEITE, Maria João. **Projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído** - escalas municipal e urbana. Portugal: Instituto do Ambiente, 2004.

PINTO, F.; MARDONES, M. **Noise mapping of densely populated neighborhoods:** example of Copacabana, Rio de Janeiro – Brazil. Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 155, 309-318, 2009.

VEJA RIO. **No centro dos negócios**. São Paulo: Editora Abril, 2008.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio CAPES (Código de Financiamento 001) e da Bolsa Nota 10 da FAPERJ.