Avaliação do ruído urbano na Rua Pinheiro Machado e seu entorno, Laranjeiras, Rio de Janeiro

Guilherme Fagerlande
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
guilhermefagerlande@gmail.com

Julio Cesar Boscher Torres
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
julio@poli.ufrj.br

Maria Lygia Alves Niemeyer
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
lygianiemeyer@gmail.com

ABSTRACT

Pinheiro Machado Street is an important road in the Laranjeiras neighborhood, which connects the South Zone to the North Zone of the City of Rio de Janeiro, through the Santa Bárbara Tunnel. The area is predominantly residential, but also with commercial, educational, hospital, institutional and religious uses. This route is characterized by an intense flow of light and heavy vehicles with viaducts. Heavy vehicle traffic causes noise levels to rise, generating damage to people's health, such as sleep disturbances, stress, hearing damage, and hearing loss, especially in schools and hospitals. This work aims to analyze the sound impact of vehicular traffic on Pinheiro Machado Street, on the pedestrians and users of the buildings in their surroundings, through measurements and acoustic simulations, comparing the sound pressure levels registered in the field to the parameters of comfort and acoustic health. The results show that the levels measured in the field are above the comfort parameters suggested by the Brazilian standard, and also show the importance of using procedures to mitigate urban noise, in order to contribute to urban sustainability.

Keywords: *Urban Noise; Noise Pollution; Acoustic Simulation.*

1. INTRODUÇÃO

A Rua Pinheiro Machado tem grande importância na cidade do Rio de Janeiro por ligar a Zona Sul à Zona Norte, sendo um dos principais caminhos de muitos cariocas em seu trajeto diário para o trabalho. Desde a Praia de Botafogo, onde emerge o viaduto San Tiago Dantas, passando pela Rua Fernando Ferrari, até se consolidar propriamente na Rua Pinheiro Machado, seguindo até o Túnel Santa Bárbara, esta via passa por diferentes ambiências e características urbanas, viárias, paisagísticas e construtivas.

O tráfego de veículos leves e pesados na via é intenso, sendo a poluição do ar e poluição sonora, fatores determinantes para a diminuição da qualidade de vida dos usuários. O ruído, além de causar desconforto, dor e fadiga, pode prejudicar a qualidade de vida, redução da capacidade auditiva e interferir no repouso e no processo de ensino e aprendizagem. No ambiente de trabalho, o nível de

ISBN 978-989-20-8422-0

ruído pode ser também um fator importante para o desempenho dos trabalhadores. Além dos efeitos psicológicos e sociais, o ruído também causa males biológicos (ALVES FILHO, 2002).

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo do ambiente acústico na Rua Pinheiro Machado e seu entorno. Embora esta área seja extremamente ruidosa, ainda não existem estudos referentes ao impacto do tráfego viário na mesma e em seu entorno, majoritariamente residencial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos países da Comunidade Europeia, a Diretiva 2002/49/EC (EU, 2000) possibilitou uma maior produção dos mapas de ruído devido ao estímulo a políticas de gestão voltadas para o controle da poluição sonora. Os mapas de ruído permitem a identificação, qualificação e quantificação do ruído ambiental; comparação com o zoneamento sonoro; proposição de medidas mitigatórias dos danos; e apresentação dos planos para gestão do ruído (NIEMEYER et al, 2013).

A relação da morfologia urbana com a sua acústica é estreita, tendo em vista a influência que a forma das edificações pode causar na propagação das ondas sonoras, atuando como objetos de reflexão ou barreiras acústicas (CORTÊS, 2013).

Mesmo sendo um grave problema das cidades brasileiras, não existem normas ou leis federais que exijam a simulação computacional para a poluição sonora. Em leis municipais estas referências são pouco presentes. Apenas na cidade de São Paulo foi regulamentada a elaboração de mapa de ruído em 2016 pela Prefeitura, e em 2018 foi lançado o Mapa de Ruído Urbano Piloto (INAD SP, 2018). Em outros locais foram feitos alguns mapas de ruído abrangendo a cidade como um todo, como por exemplo, em Fortaleza/CE (BRITO; COELHO, 2013), Belém/PA (MORAES, 2006, 2010), e Natal (FLORÊNCIO, 2018). Também foram feitos mapas de ruído de trechos de cidades através de pesquisas universitárias no bairro de Copacabana, Rio de Janeiro/RJ (PINTO e MARDONES, 2009), em Águas Claras/DF (GARAVELLI et al, 2010), no Centro de Curitiba/PR (CANTIERE et al, 2010), no Bairro de Petrópolis, Natal/RN (CORTÊS, 2017), em trecho do bairro de Botafogo, Rio de Janeiro/RJ (CORTÊS, 2017), e em Aracaju/SE (GUEDES e BERTOLI, 2015).

No Rio de Janeiro existe o Projeto de Lei n° 14 de 2017, para obrigar o Município a elaborar o mapa de ruído de toda a cidade, mas até o presente momento não foi aprovada (PCRJ, 2018).

3. ESTUDO DE CASO

Antes chamada de Guanabara, a Rua Pinheiro Machado surgiu em meados do século XIX, sendo aberta por filhos do Coronel Roso, que após sua morte desmembraram sua chácara. A ligação da Rua Guanabara com a Rua Farani foi iniciada durante a prefeitura de Serzedelo Correia, e foi terminada em 1917 durante a prefeitura de Amaro Cavalcanti. O Túnel Santa Bárbara, que liga o bairro de Laranjeiras (Rua Pinheiro Machado) ao bairro do Catumbi (Av. Trinta e Um de Março), foi inaugurado na década de 1960, durante o Governo de Carlos Lacerda (GERSON,2000). Na **Figura 1** pode-se observar a construção do Viaduto Engenheiro Noronha e o alargamento da Rua Pinheiro Machado, com a demolição de parte da arquibancada do Clube Fluminense.

ISBN 978-989-20-8422-0

A via atravessa uma área de uso predominantemente residencial, mas também com a presença de edifícios sensíveis ao ruído tais como escolares (Universidade Santa Úrsula, Faculdade Hélio Alonso, Escola Municipal Ana Frank), de saúde (Casa de Saúde Pinheiro Machado e Maternidade UFRJ), institucionais (Biblioteca Machado de Assis, Palácio Guanabara e Clube Fluminense) e religiosos (Basílica Imaculada Conceição e Igreja de Santa Teresinha do Palácio Guanabara).

Figura 1. (a) Construção do Viaduto Eng. Noronha e (b) Alargamento da Rua Pinheiro Machado com a demolição da arquibancada do Clube de Futebol Fluminense

a) b)

Fonte: Arquivo pessoal do arquiteto Alva Athos Francisco Fagerlande, década de 1960

O recorte espacial da área de estudo compreende a Rua Pinheiro Machado, desde a Praia de Botafogo até o Túnel Santa Bárbara, considerando alguns quarteirões em seu entorno, conforme mostrado na **Figura 2**. Esta imagem evidencia as construções como figura/fundo, as curvas de nível e as vias da área de estudo. Verifica-se a existência de áreas mais densas, predominantemente residenciais e comerciais, em locais planos, e também áreas menos densas (como a área do clube Fluminense e do Palácio Guanabara e trechos onde a topografia é mais acentuada). O ruído urbano se comporta de forma bem diversificada na área de estudo, devido à grande variação da topografia e da morfologia urbana, onde as construções possuem diferentes níveis, gabaritos e afastamentos. A área também compreende três viadutos, que contribuem para o aumento do ruído nas áreas onde se sobrepõem a outras vias.

As vias de tráfego da área de estudo estão categorizadas em quatro níveis, conforme **Figura 2**. São as Vias Arteriais Principais, as Vias Arteriais Secundárias, Vias Coletoras e Vias Locais. Cada tipo de via está indicada com uma cor diferente nesta figura, conforme legenda (PCRJ, 2018).

Na **Tabela 1** encontram-se os valores de fluxo veicular diário por períodos em dias úteis, de algumas vias importantes da área, obtidas pela CET – RIO. O valor médio diário de veículos/hora da Rua Pinheiro Machado próximo ao túnel foi estimado em 2.900 veículos/hora nos dois sentidos, considerando os valores apresentados na tabela.

ISBN 978-989-20-8422-0

Figura 2. Hierarquia viária

Fonte: Autor sobre planta cadastral Prefeitura da Cidade do Rio Janeiro, 2018

Tabela 1. Fluxo veicular médio das principais vias da área de estudo

CET-RIO	Maio de 2017	Fluxo Veicular Médio em Dias Úteis						
EMPRESA	PONTO	VMD	MÉDIA MANHÃ	MÉDIA TARDE	MÉDIA NOITE	MAIOR MANHÃ	MAIOR TARDE	MAIOR NOITE
RioSeguro	Túnel Santa Bárbara st Centro	**48.243**	3.068	2.643	3.294	2.692	9.205	7.930
RioSeguro	Túnel Santa Bárbara st Laranjeiras	**45.235**	3.021	2.653	3.046	2.816	9.064	7.958
Interseções	Praia Botafogo prox n210 e R Farani sent Botafogo	**12.330**	652	716	678	755	1.956	2.149
Interseções	R Farani Px Praia Botafogo-St Laranjeiras	**7.471**	422	413	438	436	1.265	1.238
Perkons	R Conde Baependi Px141R Catete	**31.717**	2.002	1.847	2.082	1.914	6.005	5.540

Fonte: CET RIO, 2017

4. METODOLOGIA

Como parâmetro de avaliação foram adotados os limites da norma NBR 10151/2000, que estabelece condições para avaliação de ruído e especifica métodos para a medição de ruído. A NBR 10151 define limites de níveis de pressão sonora equivalente (Leq) em dB(A) (ou LAeq) de acordo com o zoneamento e o período (diurno ou noturno), conforme **Tabela 2**.

Tabela 2. Nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151, 2000

ISBN 978-989-20-8422-0

> O método de avaliação envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente (*LAeq*), em decibéis ponderados em "A", comumente chamado dB(A)", salvo para ruídos de impacto. (NBR 10151)
>
> Nível de pressão sonora equivalente (*LAeq*), em decibéis ponderados em "A" [dB (A)]: Nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (com a ponderação A) referente a todo o intervalo de medição. (NBR 10151)

As medições foram realizadas de acordo com os procedimentos recomentados pela NBR 10151, com o sonômetro Instrutemp ITDEC-4080, classe dois. Para obtenção dos resultados e gráficos foi utilizado o *software* do próprio medidor, o SLMM. As medições foram feitas com o medidor a 1,20m do piso e a uma distância igual ou maior que 2,0m das edificações. Os valores obtidos pelo medidor são os níveis de pressão sonora equivalente (Leq) medidos em dB(A), durante um intervalo de 5 minutos.

Para a aferição dos valores obtidos no mapa de ruído, foram feitas medições *in loco* no dia 21/05/2018 para a comparação dos valores medidos com os simulados pelo *software Soundplan*.

As medições de nível de pressão sonora foram feitas em nove pontos diferentes na área (**Figura 3**), nos períodos da manhã (07h18min às 09h22min) e da tarde (das 15h57min às 17h45min), durante 5min em cada ponto, em cada período. O fator de escolha para os pontos de medição foi a proximidade de receptores críticos, tais como escolas e hospitais. O ponto da Travessa Pinto da Rocha foi escolhido durante a medição por se tratar de uma rua sem saída, residencial e aparentemente calma, para comparação com os demais pontos, aparentemente barulhentos. Este ponto fica a 115m da Rua Pinheiro Machado.

Em seguida foram feitas as simulações no *software Soundplan*, fazendo a calibração dos valores medidos com os valores simulados. Com os valores checados no simulador, estes foram comparados aos estabelecidos na norma NBR 10151, para verificar se a atendem ou não.

Para avalição do ambiente sonoro foi gerado mapa de ruído com a poluição sonora provocada pelos veículos. O mapa de ruído é uma representação gráfica dos níveis de pressão sonora emitidos por uma fonte sonora (veículos), onde cada nível corresponde a uma cor.

Para a elaboração do mapa de ruído são necessárias as seguintes etapas: 1) Primeiramente é selecionada a área de trabalho através de mapa (no caso foi utilizado o arquivo no *software Autocad* da Prefeitura do Rio de Janeiro); 2) Em seguida são selecionadas as camadas relevantes para o trabalho (curvas de nível, edificações, eixos de ruas, limites); 3) Os edifícios são modelados em três dimensões com as alturas, de acordo com o número de pavimentos de cada edificação; 4) O arquivo em formato dxf (*Autocad*) é exportado para o *software Soundplan*, sendo que as camadas de curvas de nível são importadas como terreno, as camadas de edifícios como áreas de edifícios, e os eixos de vias como fontes de emissão de ruído linear. As quantidades de veículos que passam nas ruas por períodos de tempo foram inseridas de acordo com as informações obtidas na tabela de fluxo veicular médio diário da CET – RIO (**Tabela 1**); 5) É feita a calibração do ruído medido com o ruído do modelo no *software Soundplan*, através da inserção no programa de receptores nos mesmos pontos onde foram feitas as medições. A diferença entre a média dos valores medidos (manhã e tarde) em cada ponto e os valores dos receptores não devem ultrapassar uma diferença de 1,0 dB(A).

ISBN 978-989-20-8422-0

Figura 3. Localização dos pontos de medição

Fonte: Autor sobre planta cadastral e imagens do *Google Maps*, 2018

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Medições em campo no dia 21/05/2018

As medições no período da manhã foram feitas entre 07h18min até as 09h22min, período de fluxo intenso de veículos, pois abrange o horário de deslocamento das pessoas para o trabalho. As medições no período da tarde foram feitas entre 15h57min até às 17h45min, já abrangendo parte do horário de deslocamento dos trabalhadores de volta para casa.

O medidor e o *software* utilizados geraram as informações necessárias para os resultados e a calibração do mapa de ruído. Os níveis de pressão sonora equivalente (Leq) obtidos em dB(A) foram comparados aos níveis exigidos pela norma NBR 10151, conforme a **Tabela 3** e o **Gráfico 1**. Pode-se observar que em todos os pontos medidos nos dois horários, os valores Leq em dB(A) ficaram acima dos valores determinados pela norma.

ISBN 978-989-20-8422-0

Até mesmo o ponto (09), na Travessa Pinto da Rocha, que foi entendido como uma rua "calma" ficou acima do limite de 50 dB(A) da norma, com medições 56,7 dB(A) no período da manhã e 54,6 dB(A) no período da tarde, pois o ruído da Rua Pinheiro Machado se propaga até o fundo desta Travessa a 115m de distância, impactando na qualidade de vida dos moradores.

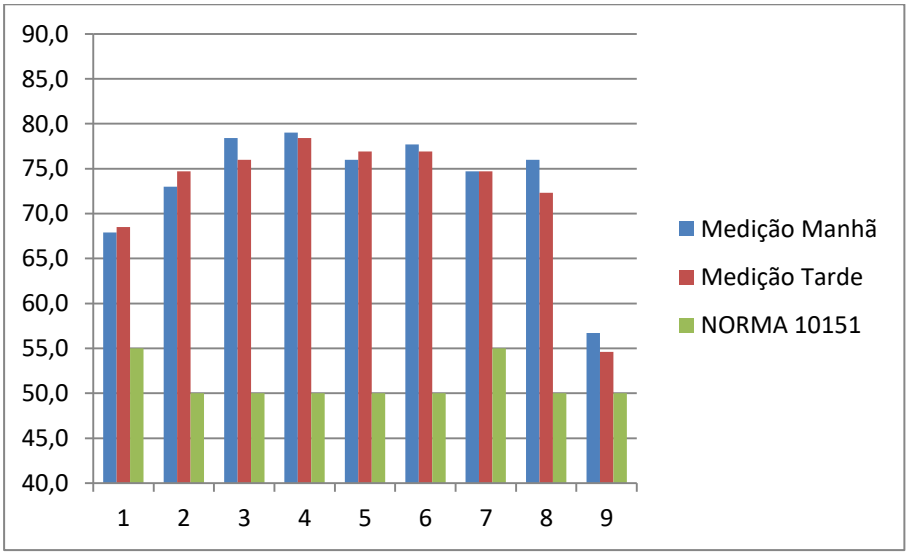
O ponto com maior nível de pressão sonora equivalente medido foi o ponto 04, em frente à Escola Anne Frank, com 79,0 dB(A) no período da manhã e 78,4 dB(A) no período da tarde, o que gera grande preocupação, tendo em vista o uso da edificação.

Tabela 3. Níveis Leq em dB(A) medidos nos períodos da manhã e da tarde, média entre níveis da manhã e tarde, níveis nos receptores do *software Soundplan*, diferença entre a média manhã/tarde e receptores do *software*, níveis exigidos pela NBR 10151, e diferença entre média manhã/tarde e NBR 10151

Ponto	Medições Manhã	Medições Tarde	Média manhã e tarde	Receptores *Soundplan*	Diferença Média e Receptores	Norma 10151	Diferença Média e Norma
1	67,9	68,5	68,2	69,1	+0,9	55,0	13,2
2	73,0	74,7	73,9	74,0	+0,1	50,0	23,9
3	78,4	76,0	77,2	77,7	+0,5	50,0	27,2
4	79,0	78,4	78,7	78,3	-0,4	50,0	28,7
5	76,0	76,9	76,5	77,3	+0,8	50,0	26,5
6	77,7	76,9	77,3	77,8	+0,5	50,0	27,3
7	74,7	74,7	74,7	74,8	+0,1	55,0	19,7
8	76,0	72,3	74,2	74,1	-0,1	50,0	24,2
9	56,7	54,6	55,7	56,4	+0,7	50,0	0,7

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Gráfico 1. Níveis Leq em dB(A) medidos nos períodos da manhã (azul) e da tarde (vermelho) e os níveis exigidos pela NBR 10151 (verde)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

5.2 Mapas de ruído gerados com o *software Soundplan*

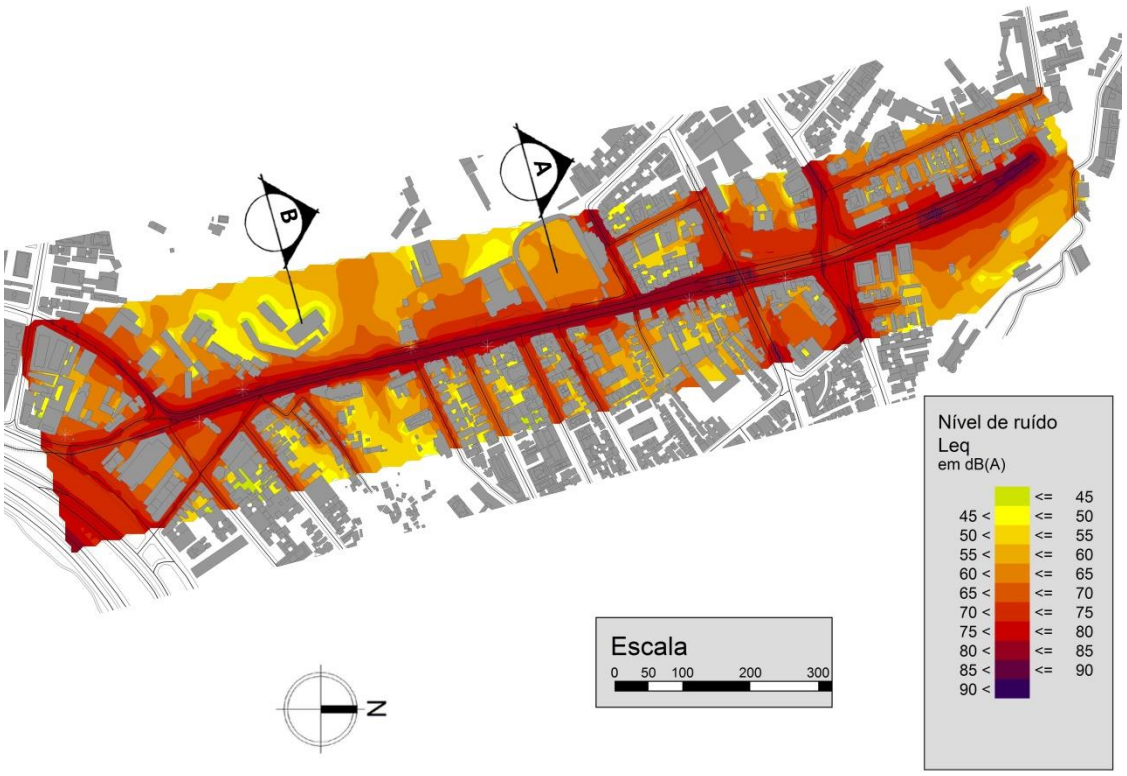
ISBN 978-989-20-8422-0

A partir dos dados obtidos através das plantas da Prefeitura do Rio de Janeiro e da tabela de fluxo de veículos da CET – RIO foi feito o mapa de ruído (**Figura 4**) de acordo com as medições feitas *in loco*.

Pode-se observar que 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 Expressa Praia de Botafogo. Estes valores chegam a 90 dB(A) em um trecho próximo ao túnel e num trecho da via expressa, e muitas vezes chegam a 85db(A) ao longo do Viaduto Eng. Noronha, da Rua Pinheiro Machado e na Praia de Botafogo.

Em contrapartida, verifica-se 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 Leq podem chegar a 45 dB(A), atendendo a norma.

Figura 4. Mapa de Ruído Rua Pinheiro Machado



Fonte: Elaborado pelos autores no *Software Soundplan*, 2018

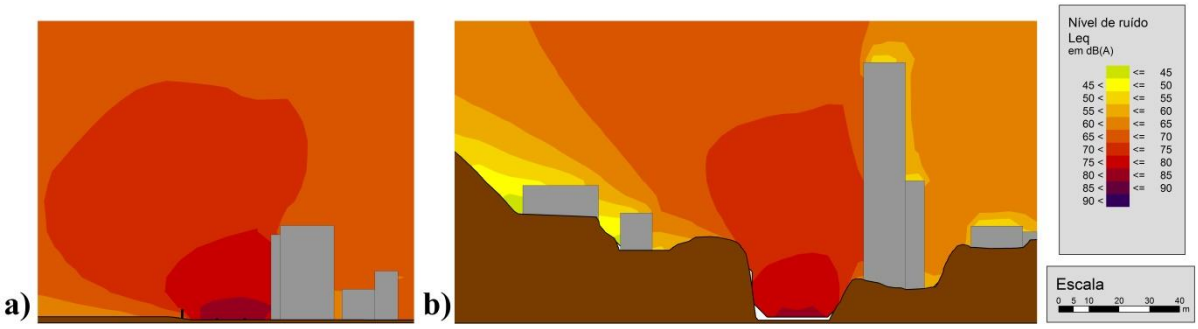
No corte A (**Figura 5a**), situado na Rua Pinheiro Machado passando pelo Clube Fluminense, pode-se observar que o muro do clube (à esquerda) atua como barreira acústica, protegendo o ruído de 75 a 80 dB(A) da rua. O edifício residencial à direita tem toda sua fachada para a rua com ruído de 75 a 80 dB(A), mas sua fachada de fundos tem níveis entre 60 e 70 dB(A), sendo que este edifício atua como barreira acústica para o edifício posterior à direita.

No corte B (**Figura 5b**), situado na Rua Pinheiro Machado passando pela área de relevo, verifica-se que os primeiros pavimentos do edifício residencial à direita sofrem com o ruído de 70 a 75dB(A) provenientes do tráfego, e que ao longo de sua altura, estes níveis vão diminuindo até 60

ISBN 978-989-20-8422-0

dB(A). Também se observa que este edifício atua como barreira acústica para os edifícios posteriores, e que sua fachada de fundos tem níveis de pressão sonora equivalente entre 55 e 65 dB(A), menores que na fachada de frente para a Rua Pinheiro Machado. Também se pode observar que as edificações à esquerda ficam protegidas do ruído do tráfego pela topografia, por estarem mais afastadas.

Figura 5. (a) Corte A – Trecho clube Fluminense e (b) Corte B – Trecho da Universidade Santa Úrsula



Fonte: Elaborado pelos autores no *Software Soundplan*, 2018

6. COMENTÁRIOS FINAIS

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. Todos os pontos medidos ficaram acima da norma. É notável a necessidade de estudos aprofundados do ruído urbano para a sustentabilidade urbana, tendo em vista os males gerados para a saúde da população. Além dos efeitos nocivos diretamente causados pela poluição sonora à saúde humana e dos animais, os níveis elevados de ruído assim como de poluição atmosférica levam as pessoas a fecharem os recintos e utilizarem condicionamento de ar, elevando o gasto de energia.

Para a mitigação dos efeitos do ruído na área analisada poderia ser estudada a adoção de limite de velocidade menor que o atual. Não foram encontradas placas de velocidade ao longo da Rua Pinheiro Machado, apenas na entrada do Túnel Santa Bárbara com a indicação de velocidade máxima 80 km/h. Também poderia ser adotada a utilização de asfalto com menor emissão de ruído, como o RAUD (Revestimento Asfáltico Ultradelgado). Estudos mostraram que sua utilização pode reduzir o ruído de veículos em alta velocidade em até 8,46 dB (SINICESP, 2012).

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, J. M. **O ruído no ambiente de trabalho: sua influência nos aspectos biopsicossociais do trabalhador.** Tese de D. Sc., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2002.

ISBN 978-989-20-8422-0

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2000.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Projeto de Lei n° 14/2017: Dispõe sobre a elaboração do mapa de ruído urbano da cidade do Rio de Janeiro e dá outras providências.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/scpro1720.nsf/249cb321f179652603257759005 23a42/e499df4a45978b37832580c2005225d5?OpenDocument> Acesso em 26 de julho de 2018.

CANTIERE, E; CATAI, R. E.; AGNOLETTO, 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. Disponível em <www.producaoonline.org.br> Acesso em: 25 jul. 2018.

CORTÊS, Marina Medeiros. **Morfologia e qualidade acústica do ambiente construído: estudo de caso em Petrópolis, Natal/RN.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

CORTÊS, Marina Medeiros. **Método de avaliação sonora em áreas urbanas formais e informais.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

GARAVELLI, S. L.; MORAES, A. C. M.; NASCIMENTO, J. R. R.; NASCIMENTO, P. H. D. P.; MAROJA, A. M. **Mapa de Ruído como Ferramenta de Gestão da Poluição Sonora: Estudo de Caso de Águas Claras - DF.** In: Actas do 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Faro, Portugal, outubro 2010.

GERSON, Brasil. **História das Ruas do Rio.** Editora Nova Aguilar S.A., 2000.

GUEDES, Ítalo César Montalvão; BERTOLI, Stelamaris Rolla. **Mapa acústico como ferramenta de avaliação de ruído de tráfego veicular em Aracaju – Brasil.** PARC – Revista Pequisa em Arquitetura e Construção. V. 5, n. 2. Campinas, 2015.

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: 26 de julho de 2018.

NIEMEYER, Maria Lygia; CORTÊS, Marina Medeiros; RIBAS, Leandro. **Influência dos padrões de ocupação do solo na propagação sonora: o Peu das Vargens/RJ.** XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído; VIII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Brasília, 2013.

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.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, Coordenadoria De Macroplanejamento. **Anexo III do Sistema Viário da Cidade do Rio de Janeiro.** Rio de janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4224287/DLFE-272707.pdf/LUOSAnexoIIISistemaViario.pdf> Acesso em 15 de maio de 2018.

SINICESP. **Avaliação do ruído causado por diferentes revestimentos asfálticos. São Paulo,** 2012. **Disponível em: <http://sinicesp.org.br/materias/2012/bt10a.htm> Acesso em: 20 de maio de 2018.**

ISBN 978-989-20-8422-0