

## INFLUÊNCIA DO DESENHO ARQUITETÔNICO E DO URBANISMO NA PAISAGEM SONORA DA RUA OSCAR FREIRE

**Wu Chiang. K. Navarro (1); Gilda C. Bruna (2)**

(1) Arquiteta, Mestre em Arquitetura e Urbanismo. [gra.navarro@globocom](mailto:gra.navarro@globocom)

(2) PhD, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo. [gildacbruna@gmail.com](mailto:gildacbruna@gmail.com)  
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Departamento de Arquitetura e Urbanismo,  
São Paulo – SP, 01302-907, Tel.: (11) 3236 8792

### RESUMO

O ambiente construído e seu entorno podem favorecer ou prejudicar a qualidade sonora urbana e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos moradores e frequentadores do local. A poluição sonora é causa de várias doenças no mundo todo, chamando a atenção de pesquisadores e órgãos públicos principalmente na comunidade europeia. No entanto, os efeitos do meio ambiente construído na paisagem sonora ainda são relegados a um segundo plano no projeto arquitetônico. Este artigo demonstra que é possível integrar tais efeitos acústicos ao projeto arquitetônico por meio de um estudo de caso contemplando cinco quadras da Rua Oscar Freire. O estudo foi realizado comparando-se os níveis de pressão sonora medidos *in loco* e os obtidos por meio de simulação computacional, com os limites estabelecidos na norma NBR 10151 (2003) e referenciados pelo zoneamento urbano da região. Além da análise da região do estudo, este trabalho apresenta uma análise detalhada do desenho arquitetônico de duas edificações cujas características interferem positiva e negativamente na qualidade sonora da área.

Palavras-chave: paisagem sonora, desenho arquitetônico, ruído urbano.

### ABSTRACT

The built environment and its surroundings may favor or prejudice the urban sound quality. Consequently, the quality of life for locals and visitors is affected too. Noise pollution is the cause of various diseases all over the world, drawing the attention of researchers and government agencies, especially in the European community. However, the architectural design still relegates the effects of the built environment to the background. This article shows that it is possible to integrate the sound effects with the architectural design by means of a case study covering five blocks from the Oscar Freire Street. The study was conducted comparing the sound pressure levels measured *in loco* and obtained through a computer simulation whose limits are established by NBR 10151 (2003) and referred by the urban zoning of the area. Besides the analysis of the studied area, this paper presents a detailed analysis of architectural design of two buildings whose characteristics affect positively and negatively on sound quality of the region.

Keywords: soundscape, architectural design, urban noise.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentro da análise acústica urbana, ruído urbano é definido como o conjunto de sons emitidos no meio ambiente construído. O ruído urbano é principalmente causado em decorrência das atividades humanas e impacta negativamente a saúde e a qualidade de vida da população (BABISCH, 2002, 2014; FIORINI, 2014; PIMENTEL-SOUZA, 1992, 2014), produzindo consequências na economia (DEFRA 2013) e na sociedade como um todo.

O desenho arquitetônico e urbano desempenha papel importante na propagação desses sons emitidos e exerce interferência na paisagem sonora. Tal interferência pode ser benéfica à população, se propiciar a atenuação do ruído, ou impactar negativamente os residentes da área, se concentrar ou amplificar o ruído. (DUBOIS; RAIMBAULT, 2005; KANG, 2007; ARIZA-VILLAVERDE; JIMÉNEZ-HORNERO; DE RAVÉ, 2013, 2014). Os efeitos negativos do ruído podem ser severos, e a poluição sonora é considerada pela Organização Mundial de Saúde como o segundo tipo de poluição que mais causa doenças no mundo. (OMS, 2009, 2011, 2012, 2014).

Apesar de serem frequentemente relegadas a um segundo plano no projeto arquitetônico e urbano, existem normas técnicas para regulamentar os níveis aceitáveis desses sons em ambientes urbanos. Para disciplinar o uso e a ocupação, são definidas regras de zoneamento estabelecidas localmente pela prefeitura da cidade, como, por exemplo, o zoneamento da cidade de São Paulo (PMSP), com parâmetros de nível sonoro e formas de medição atribuídas por normas técnicas de nível internacional e nacional, emitidas no Brasil pela ABNT, no caso as normas NBR 10151 e 10152 (2003), que tratam do ruído em ambiente externo e interno às edificações, respectivamente.

Neste trabalho, apresenta-se um estudo demonstrando como integrar essas normas ao projeto arquitetônico por meio de um estudo de caso da Rua Oscar Freire, em São Paulo, uma região de relevância para a cidade de São Paulo, que conta com zoneamento misto (residencial e comercial) e apresenta altos níveis de emissão de ruídos devido ao elevado fluxo de pessoas e veículos. Assim, o estudo e a identificação de edifícios que interferem na paisagem sonora do local e a adequação da área às normas vigentes gera uma contribuição prática de como o desenho arquitetônico e o urbanismo podem interferir beneficentemente para redução de ruído urbano.

O artigo é organizado da seguinte forma, na seção 2 introduz-se formalmente os objetivos deste estudo. Em seguida, os critérios de seleção da área de estudo e a metodologia adotada para a realização do estudo são apresentados na seção 3 e seus resultados apresentados na seção 4. Com base nos resultados da seção 4, as conclusões do estudo são traçadas na seção 5.

## 2. OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo analisar como o projeto arquitetônico e o urbanismo influenciam a paisagem sonora da Rua Oscar Freire, de forma macroscópica, pela análise de uma região envolvendo cinco quadras e, de forma microscópica, analisando-se detalhadamente o impacto de dois edifícios sobre os níveis de pressão sonora da região.

## 3. MÉTODO

### 3.1. Definição do objeto de estudo

A área correspondente a cinco quarteirões da Rua Oscar Freire, entre a Av. Rebouças e a Rua Augusta (Figura 1a), foi escolhida devido ao grande fluxo de pessoas e veículos, por ser classificada como zonas ZM2 (mista potencialmente residencial) e ZM3 (predominantemente comercial e administrativa), pela NBR 10151 (2003), e pelo fato de suas características morfológicas contemplarem diversos segmentos típicos de paisagens urbanas, conforme a descrição a seguir.

Desde junho de 2014, essa área recebeu um “*pocket park*” cujo conceito baseia-se no Paley Park de Nova Iorque. A Rua Oscar Freire apresenta movimento constante, tanto durante quanto nos finais de semana. No trecho escolhido, encontra-se, em fase de construção, uma estação do Metro que deve ampliar o fluxo de pessoas na região. Podem-se verificar trechos da rua com configuração acústica em “L”, principalmente no início, onde fica a estação do Metro, sendo que a maior parte da área estudada apresenta configuração em “U”, conhecida como “*canyon urbano*”. A região também exhibe uma grande variação dos frequentadores da área que combina, nos dias de semana, os trabalhadores e consumidores da atividade comercial, durante o dia, e moradores, à noite, alterando seu público nos finais de semana para frequentadores dos restaurantes e, principalmente, pessoas que para lá se dirigem para atividades de lazer social.



Figura 1 - (a) Identificação da área; (b) Corte longitudinal da área de estudo com elevação topográfica (NAVARRO; BRUNA, 2014).

A área é utilizada por muitos veículos durante o dia, principalmente por veículos de passeio e de pequenas cargas, mas também há muitas motos, principalmente nas ruas transversais, cortando a Rua Oscar Freire. Particularmente nos fins de semana, a aceleração desnecessária de motos e veículos potentes nos semáforos faz parte do cenário, revelando o lado exibicionista de alguns frequentadores. O ruído produzido na área varia de acordo com dia, horário e período, destacando-se, durante a noite, o ruído predominantemente resultante da construção do Metrô (que inclui vibração intensa) e altos níveis de ruído decorrentes de reformas de lojas. Também sextas-feiras e aos sábados à noite, o movimento próprio dos restaurantes localizados na área produzem ruído muito superior àqueles prognosticados, de 50 dB (A) em ZM2 ou 55 dB (A) em ZM3, segundo a norma NBR 10151 (2003).

Para o levantamento da topografia do local foi utilizado o aplicativo Google Earth (Figura 1b), que permite a realização de cortes do terreno, no caso um corte longitudinal ao longo da rua. O trecho escolhido para o estudo tem 681 metros de comprimento, praticamente em nível, pois a inclinação nos quarteirões é menor do que 2%, o que não influencia significativamente as características sonoras do local.

Tendo em mãos o mapa da região e o levantamento topográfico, fez-se um conjunto de visitas de reconhecimento do local, com o objetivo de identificar os horários de maior movimento e os dias característicos dos cenários a serem estudados. Ficou então comprovado o comportamento diferenciado em 3 períodos da semana: os dias de semana (segunda a sexta), o sábado e o domingo, e que os horários de pico se dão no horário de almoço, das 12h às 14h, e no final da tarde, das 17h às 19h. Nesta fase foram também estabelecidos os pontos de medição no meio de cada quarteirão de forma a evitar os efeitos dos semáforos e do ruído das transversais nas medições.

Para que as características acústicas do espaço fossem bem identificadas, foi então elaborado um levantamento das características morfológicas e do revestimento de cada uma das edificações em cada quarteirão, compilando os dados em tabelas conforme os exemplos apresentados nas Tabelas 1 e 3, para as quadras 4 e 5, respectivamente. O revestimento do passeio público e da via, bem como o mobiliário e a vegetação existentes foram levantados. Com a reurbanização, as extremidades da via foram estreitadas com o aumento dos passeios, criando um efeito de contenção e diminuição de velocidade nas entradas, conversões e cruzamentos. No meio dos quarteirões os passeios são mais estreitos, dando lugar a bolsões de estacionamento lateral ao longo da via. (VIGLIECCA & ASSOCIADO, 2002).

Após esse planejamento e o levantamento das características do local, passou-se então à medição *in loco* dos níveis de pressão sonora nos horários e locais determinados, posicionando o sonômetro em relação à via conforme indicado na norma NBR 10151(2003). Nesse processo foram também levantadas as características do tráfego, contando os veículos circulantes e identificando-os de acordo com o tipo de veículos (leve, pesado ou moto).

Para facilitar a análise, os dados coletados em campo foram então organizados em tabelas análogas às Tabelas 2 e 4 apresentadas e, para a visualização e para facilitar a comparação dos valores de nível de pressão sonora, foram apresentados em gráficos como os das Figuras 3 e 7.

Com os dados coletados em campo iniciou-se o trabalho de análise primeiramente organizando os dados medidos e as referências da norma em tabelas por quadra e horário, e por horário e quadra, facilitando a identificação dos trechos mais ruidosos em cada período, e dos períodos mais ruidosos em cada trecho. Para facilitar a visualização das diferenças entre as quadras e os horários, os dados contidos nessas tabelas foram plotados em gráficos.

Os edifícios estudados em detalhes foram identificados pela análise, por meio do modelo computacional, como projetos arquitetônicos que impactam ativamente a paisagem urbana. Um dos edifícios apresentados favorece a atenuação do ruído urbano (edifício na quadra 4) e o outro gera amplificação do

ruído urbano (edifício na quadra 5), sendo, assim, exemplos de impacto benéfico e maléfico do desenho arquitetônico para os moradores do local.

Para a análise dos edifícios foram considerados não apenas a forma e a distribuição espacial das construções, mas também os materiais de revestimento, a existência de barreiras, a distância entre fonte e receptor e a composição dos veículos que circulam pela via nos horários de pico avaliados.

### 3.2. Método

Para que as conclusões estivessem devidamente embasadas nos conceitos, antes de iniciar os trabalhos da pesquisa propriamente dita, uma ampla revisão da literatura associada tanto à conceituação de som e ruído, e das características de propagação e dissipação de sua energia no meio, quanto às interferências e fenômenos associados aos obstáculos que se interpõem em sua trajetória, estudando a absorção, a reflexão, a reverberação e a difração. O estudo da literatura também abrangeu a aplicação desses conceitos nas características morfológicas do desenho das edificações e do desenho urbano.

Para poder partir de experiências práticas na condução da pesquisa de campo e de uma visão mais holística na questão do ruído urbano, realizaram-se também três estudos de referência de cidades contemporâneas (Fortaleza, Westminster e Hong Kong), para as quais recentemente foram planejadas, implantadas, ou estão sendo implantadas, ações de enfrentamento do problema do ruído urbano.

Partiu-se então para a pesquisa de campo no trecho pré-definido da Rua Oscar Freire, conforme os critérios já apresentados, com visitas *in loco*, coleta, processamento e análise dos dados, compreendendo as seguintes etapas (NAVARRO; BRUNA, 2014):

- Etapa 01 - Identificar as condições físicas do local e as características físicas das edificações no trecho correspondente às 5 quadras localizadas entre a Av. Rebouças e a Rua Augusta, contemplando zonas ZM-2 e ZM-3, com limites de níveis de pressão sonora diferentes, segundo a norma ANBT NBR 10.151 (2003). Nesta etapa foram definidos os 5 pontos de medição localizados no meio de cada uma das 5 quadras.
- Etapa 02 - Determinar os períodos e horários de pico para a coleta de dados representativos das variações na paisagem sonora. As medições foram realizadas: segunda-feira (representando o tráfego dos dias úteis) das 12h30 às 14h30 e das 17h às 19h; sábado das 12h30 às 14h30 e das 17h às 19h; e domingo das 12h30 às 14h30 e das 16h30 às 19h. As medições foram feitas utilizando-se o sonômetro da BRÜEL & KJÆR, coletando-se 15 min de dados de pressão sonora instantânea (um por segundo), dentro de cada período, em cada ponto de medição.
- Etapa 03 - Os dados coletados pelo sonômetro foram transferidos para o programa BZ-5503 Measurement Partner Suite da BRÜEL & KJÆR, que calcula as métricas de nível de pressão sonora mínimo, máximo, dB (A), dB(C), a partir das medições instantâneas da pressão sonora coletadas pelo sonômetro, produzindo gráficos que permitem visualizar o comportamento sonoro no período da medição.
- Etapa 04 - Além dos dados do sonômetro transferidos pelo programa mencionado na etapa anterior, dados complementares sobre o tráfego de veículos (número e composição) nos horários de pico, levantamentos sobre os materiais de revestimento e a volumetria das edificações do entorno foram registrados e organizados em tabelas, sendo posteriormente inseridos no programa Predictor da BRÜEL & KJÆR que, por meio de modelagem e simulação computacional, produziu os mapas acústicos usados na análise da paisagem sonora do local, de acordo com as normas internacionais ISO 9613-1 e ISO 9613-2.
- Etapa 05 – Procedeu-se então à análise dos dados processados e sistematizados por meio das tabelas, dos gráficos e dos mapas acústicos, de forma a identificar como as características das edificações e do seu entorno influenciaram nos níveis de pressão sonora, tanto na dimensão horizontal como na vertical.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análise de edifício na Quadra 4

Localizada entre as ruas Rua Bela Cintra e Haddock Lobo, a quadra 4 pertence à zona mista ZM3, apresentando a via reurbanizada e tendo os passeios e a via conforme a configuração já descrita. Os prédios localizados nas laterais apresentam altura em relação à via que configura uma geometria em “U” para o som (Figura 2a), dessa forma criando um “canyon” acústico com a reverberação dos sons produzidos pelos veículos (BISTAFA, 2011).

A quadra 4 tem perfil sonoro equivalente às demais áreas comerciais, em termos dos períodos medidos, e valores de nível de pressão sonora um pouco inferiores às outras quadras comerciais, mas, no entanto, ainda apresenta níveis acima dos limites aceitáveis definidos pela NBR 10151 (2003).



Figura 2 – (a) Foto da quadra 4; (b) equipamentos de medição posicionados. Fonte: Autora, 2014.

Tabela 1 - Levantamento das características da quadra 4. Fonte: Autora, 2014.

4ª Quadra - entre Rua Bela Cintra e Rua Haddock Lobo Zona: ZM 3 - Zona Mista de Alta Densidade com vocação Comercial e Administrativa											
	Nº	Uso	Gab.	Revest. Fachada	Muro / Cerca		Vegetação		Mob. Urb		Recuo
					Alt.(m)	Material	Quant.	Alt.(m)	Tipo	Material	
Lado Par	-	R	14	Ct	2,5	Mt/Ct/Vg	1	20	Banca de Jonal	Mt/Vd	3
	-	CS	2	Mt	-	-	1	15	-	-	-
	836	R	18	Ct	3,5	Mt/Ct/Vg	1	5	-	-	15
	816/814	M	2	Ct e Vd	-	-	1	9	-	-	-
	808	CS	2	Vd	-	-	1	17	-	-	-
	-	R	13	Ct e Vd	3	Mt/Ct/Vd	1	20	-	-	5
	784	CS	1	Vd	-	-	1	15	-	-	-
	-	CS	2	Ct e Vd	-	-	-	-	Banco	Md/Mt	-
	-	CS	3	Ct e Vd	-	-	1	9	Banco	Md/Mt	-
	-	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	7	Banco	Md/Mt	-
	-	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	4	Banco	Md/Mt	-
	-	CS	2	Ct	-	-	-	-	Banco	Md/Mt	-
	-	CS	1	Vd	-	-	-	-	Banco	Md/Mt	-
	Lado Ímpar	-	CS	1	Vd	-	-	-	-	-	-
841		CS	1	Ct e Vd	-	-	1	7	-	-	-
835		CS	1	Ct e Vd	-	-	1	8	-	-	-
827		CS	1	Ct	-	-	1	8	-	-	10
819		CS	2	Vd e Md	-	-	1	8	-	-	-
811		CS	2	Ct e Vd	-	-	-	-	-	-	-
809		CS	2	Vd	-	-	1	5	-	-	-
801		CS	1	Ct e Vd	-	-	-	-	-	-	-
799		CS	2	Ct e Vd	-	-	1	8	-	-	-
-		CS	2	Vd	-	-	-	-	-	-	-
-		CS	2	Ct e Vd	-	-	1	8	Banco	Md/Mt	-
-		CS	3	Vd	-	-	2	6	Banco	Md/Mt	-

Tabela 2 - Medições na Quadra 4 identificando períodos de maior e menor LAeq. Fonte: Autora, 2014.

Qd.	Medição	Início	Término	Dur. min	Leq dB(A)	NV	VP	VL	Moto	VP %	i %	Vel. Med. km/h	Temp. °C	H.R. %	Vento m/s	Dir. Vento
4	E1_SEG_M_Q4	13:42:40	13:56:00	15	65,2	155	6	133	16	3,9	0,02	40	25,6	25,5	0,4	SE
4	E1_SEG_T_Q4	18:08:00	18:21:20	15	64,0	140	0	123	17	0,0	0,02	40	19,1	59,8	1,5	SE
4	E2_SAB_M_Q4	13:29:20	13:42:40	15	66,0	173	0	166	7	0,0	0,02	30	34,7	23,8	0,1	SE
4	E2_SAB_T_Q4	17:32:00	17:46:40	15	66,2	149	1	143	5	0,7	0,02	30	25,0	59,5	0,2	SE
4	E3_DOM_M_Q4	13:18:40	13:32:00	15	63,0	127	0	119	8	0,0	0,02	40	35,8	15,1	0,0	SE
4	E3_DOM_T_Q4	18:04:00	18:17:20	15	66,8	173	0	162	11	0,0	0,02	30	29,5	25,7	0,0	SE

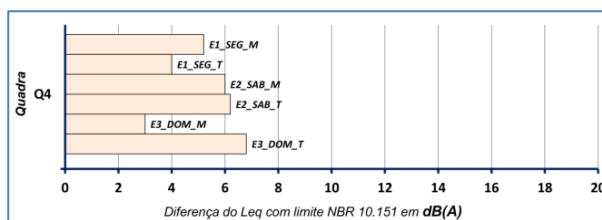


Figura 3 – Gráfico com diferença entre o nível de pressão sonora medido e o limite pela NBR 10.151(2003) para a quadra 4.

Fonte: Autora, 2014.

Nesta quadra, uma edificação residencial se destaca nas análises, devido aos aspectos positivos encontrados, corroborando os conceitos e a tese de que a morfologia urbana pode atuar positivamente para o

bem-estar das pessoas que habitam um local. Tal edificação encontra-se no meio da quadra e apresenta recuo de 15m, com fachada em empena cega voltada para a Rua Oscar Freire. Sua fachada principal é voltada para a Rua Bela Cintra (transversal), sendo dotada de elementos arquitetônicos horizontais e verticais que promovem autoproteção ao ruído das vias para o ambiente interior, conforme as Figuras 4 e 5.



Figura 4 - Edifício residencial na quadra 4. a) fachada de empena cega voltada para a Rua Oscar Freire. b) fachada com elementos de proteção ao ruído voltada para a Rua Bela Cintra. c) posicionamento de edifício na quadra 4. Fonte: Autora, 2014.

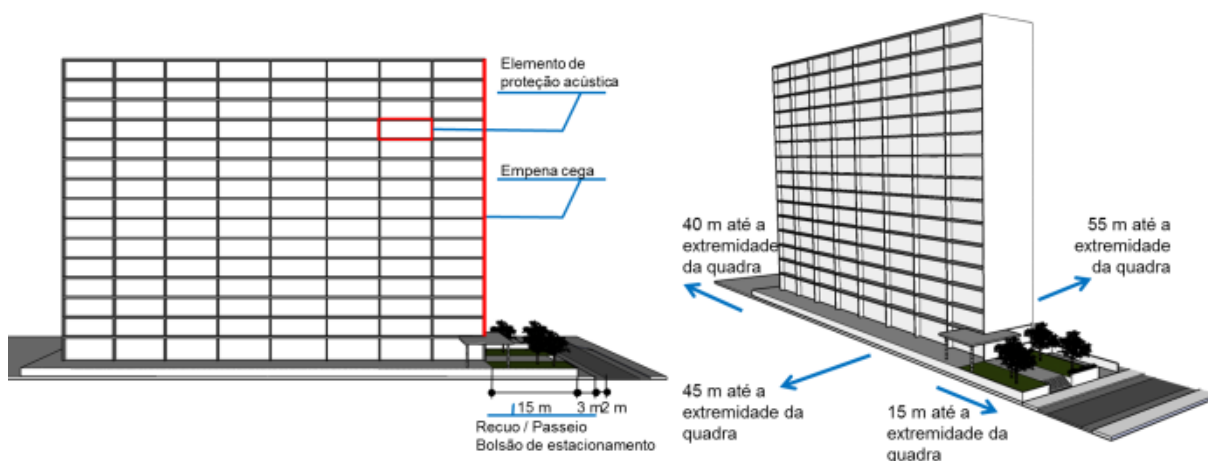


Figura 5 - Edifício residencial na quadra 4. Fonte: Autora, 2014

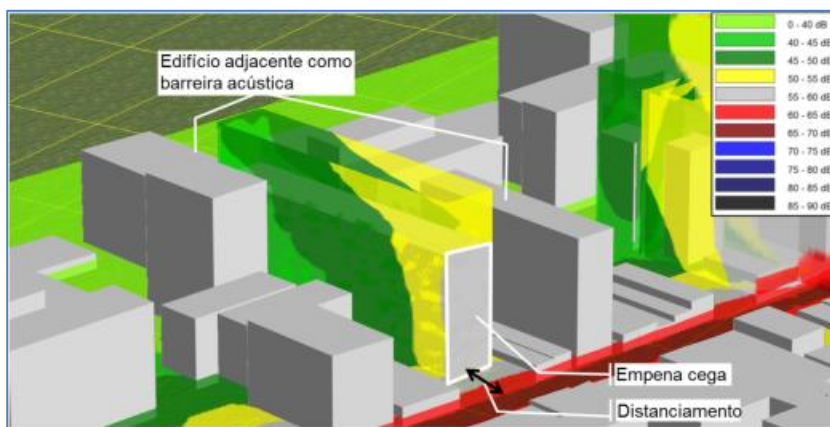


Figura 6 - Análise da propagação sonora na quadra 4. Fonte: Autora, 2014.

Na análise tridimensional utilizando-se o modelo de simulação computacional (Figura 6), vê-se claramente que o posicionamento da edificação, seu recuo em relação às vias e sua forma geométrica, além da presença de outros edifícios atuando como barreiras, e considerando-se ainda os elementos de autoproteção, pode-se concluir que o ambiente interno possui o conforto acústico necessário para o bem-estar de seus moradores. Apesar de o nível de ruído figurar na faixa de 65 a 70 dB(A) na via, no trecho da quadra, ou seja, muito acima dos limites aceitáveis para uma zona mista ZM3, com a dissipação da energia nos bloqueios impostos pela geometria do edifício e seu entorno, na fachada das unidades residenciais, o

nível de pressão sonora avaliado pela simulação apresenta-se entre 40 e 55dB(A), resultado abaixo dos limites estabelecidos pela norma para edifícios residenciais.

#### 4.2 Análise de edifício na Quadra 5

A quadra 5 é uma das mais ruidosas da área analisada, dada a sua proximidade com a Rua Augusta que delimita o final da quadra, sendo a transversal de maior atividade comercial no total da referida área. Em seu início, o trecho é determinado pela Rua Haddock Lobo, sendo esse quarteirão zona mista ZM3, predominantemente comercial e administrativa. Seu perfil comercial e de serviços é bastante acentuado e, sendo uma área reurbanizada, apresenta uma configuração muito semelhante, tanto do ponto de vista da via como do ponto de vista das edificações (Tabela 3), configurando também geometria em “U” (“canyon”) para o cenário acústico.

Tabela 3 - Levantamento das características da quadra 5. Fonte: Autora, 2014.

5ª Quadra - entre Rua Haddock Lobo e Rua Augusta Zona: ZM 3 - Zona Mista de Alta Densidade com vocação Comercial e Administrativa											
Nº	Uso	Gab.	Revest. Fachada	Muro / Cerca			Vegetação		Mob. Urb.		Recuo
				Alt.(m)	Material	Quant.	Alt.(m)	Tipo	Material		
740	CS	2	Ct e Vd	-	-	-	-	-	-	-	-
730	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	6	Banco	Md/Mt	-	-
720	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	6	Lixeira	Mt	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	-	-	-	-	-	-
708	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	5	-	-	-	-
702	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
696	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
694	CS	3	Ct e Vd	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1	15	-	-	-	-
682	-	-	-	-	-	1	15	-	-	-	-
-	CS	3	Mt	-	-	-	-	-	-	-	-
672	CS	3	Vd e Mt	-	-	-	-	-	-	-	-
652	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	8	Banco	Md/Mt	-	-
646	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	6	Banco	Md/Mt	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	3	Banco	Md/Mt	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	8	Lixeira	Mt	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	-	-	Banco	Md/Mt	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	12	-	-	-	-
725	CS	2	Ct e Vd	-	-	1	12	-	-	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	-	-	-	-	-	-
-	CS	2	Vd	-	-	1	15	-	-	-	-
697/683	-	-	-	-	-	1	15	-	-	-	-
679/677	M	3	Ct e Vd	-	-	2	3 e 15	-	-	-	-
669	-	-	-	-	-	1	10	Banco	Md/Mt	-	-
-	CS	3	Vd e Mt	-	-	1	15	Lixeira	Mt	-	-
-	CS	2	Ct e Vd	-	-	3	12	Banco	Md/Mt	-	-

Tabela 4 - Medições na Quadra 5, identificando períodos de maior e menor LAeq. Fonte: Autora, 2014.

Qd.	Medição	Início	Término	Dur. min	Leq dB(A)	NV	VP	VL	Moto	VP %	i %	Vel. Med. km/h	Temp. °C	H.R. %	Vento m/s	Dir. Vento
5	E1_SEG_M_Q5	14:00:00	14:13:20	15	63,7	166	2	147	17	1,2	0,02	40	25,8	24,8	0,6	SE
5	E1_SEG_T_Q5	18:28:00	18:41:20	15	65,1	136	2	125	9	1,5	0,02	40	18,3	63,3	2,1	SE
5	E2_SAB_M_Q5	13:49:20	14:02:40	15	65,2	196	0	188	8	0,0	0,02	30	34,1	23,2	0,2	SE
5	E2_SAB_T_Q5	17:52:00	18:05:20	15	66,6	158	1	151	6	0,6	0,02	30	24,5	62,4	0,2	SE
5	E3_DOM_M_Q5	13:38:40	13:52:00	15	64,1	121	0	112	9	0,0	0,02	40	36,4	12,7	0,1	SE
5	E3_DOM_T_Q5	18:28:40	18:40:00	15	69,0	136	0	127	9	0,0	0,02	30	31,1	30,2	0,0	SE

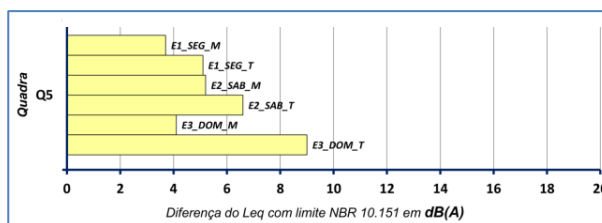


Figura 7 - Gráfico com diferença entre o nível de pressão sonora medido e o limite pela NBR 10.151(2003) para a quadra 5. Fonte: Autora, 2014.

Apesar das semelhanças gerais nos padrões do nível de pressão sonora medidos por período, apresentados na Tabela 4 e na Figura 7, dessa quadra em relação às demais quadras comerciais, esta apresenta um destaque de ruído aumentado aos domingos à tarde, devido ao movimento da Rua Augusta nas proximidades. Nas outras quadras, os valores resultam todos acima do limite aceitável, de acordo com o estabelecido pela norma e pela classificação de zoneamento da quadra, chegando a alcançar 9 dB(A) acima do permitido, o que, em termos de percepção sonora, representa quase o dobro do volume definido pelo limite aceitável nos domingos à tarde.

Nessa quadra, além das características anteriormente expostas, de níveis de pressão acima do desejável, um edifício chamou a atenção quando os resultados da simulação computacional foram analisados (Figuras 8, 9, 10 e 11). Uma mancha de nível sonoro elevado aparece na fachada do edifício onde estão as unidades residenciais. Analisando-se a geometria mais detalhadamente, pode-se concluir que a configuração da edificação, com duas unidades residenciais em “L”, com a abertura voltada para a esquina e unidades comerciais na base, produz um fenômeno semelhante a uma “bolha acústica”, devido à reflexão do som nas fachadas em “L”, concentrando esse som na abertura.

Esse edifício na imagem da Figura 8, localizado na esquina das ruas Haddock Lobo com Oscar Freire, é um exemplo que permite demonstrar de que forma a morfologia urbana e o desenho arquitetônico, ou seja, a conjunção da geometria do prédio com a esquina de duas ruas movimentadas, pode impactar diretamente os moradores de unidades residenciais, no caso aqueles cujos apartamentos voltam-se para essa “bolha acústica” (Figura 9). Mesmo com o recuo de cerca de 25 m em relação à rua para a qual esses apartamentos se voltam, os moradores não usufruem do conforto acústico que lhes proporcionaria o bem-estar, pois além da geometria, o edifício não apresenta nenhum elemento de autoproteção nas fachadas das unidades residenciais.

Apesar de as unidades comerciais da base exercerem um papel de autoproteção, tipo “podium”, essa solução é apenas suficiente para proteger as unidades residenciais dos andares inferiores (Figura 10).



Figura 8 - Edifício na esquina da Rua Haddock Lobo com a Rua Oscar Freire. Fonte: Google Street View, 2014.

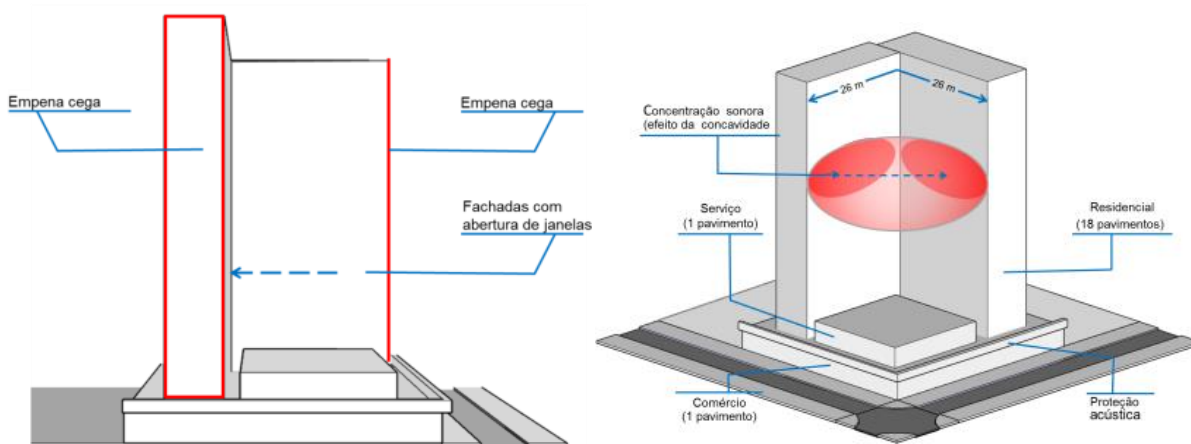


Figura 9 – Edifício na esquina da Rua Haddock Lobo com Rua Oscar Freire. Fonte: Autora, 2014.



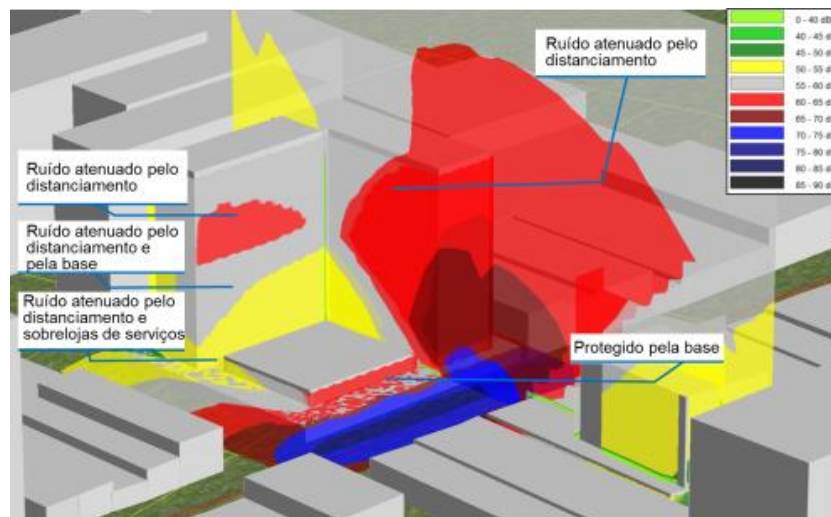


Figura 10 - Análise da propagação sonora do edifício na quadra 5. Fonte: Autora, 2014.

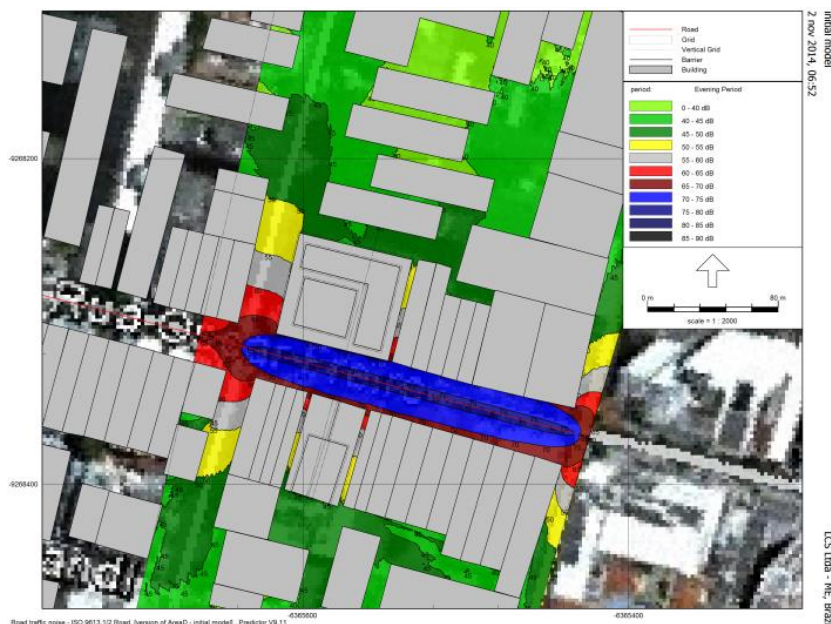


Figura 11 - Mapa acústico (grid horizontal). E3\_DOM\_T\_Q5. Fonte: Autora, 2014.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta de que modo o desenho arquitetônico e o desenho urbano influenciam a paisagem acústica, por meio do estudo de caso prático de uma região composta por 5 quadras da Rua Oscar Freire e de duas edificações que interagem ativamente na ampliação e atenuação do ruído urbano.

Particularmente, a análise realizada nas quadras 4 e 5 da Rua Oscar Freire demonstrou que os limites definidos pela lei de zoneamento e pela norma NBR 10.151 (2003) são excedidos em 3,0 a 9,0 dB(A) em todos os períodos analisados. O nível de pressão sonora que atinge os moradores dos edifícios residenciais da área, porém, depende de um projeto arquitetônico da edificação, com orientação adequada, utilização de elementos arquitetônicos bem posicionados (autoproteção), materiais de revestimento, geometria e distanciamento em relação à via e às demais edificações do entorno. Por meio de simulação computacional, podem-se identificar dois edifícios com características opostas em relação ao nível de pressão sonora que atinge suas fachadas. No exemplo positivo, o nível de pressão sonora é atenuado a valores abaixo dos estabelecidos pela norma e, no exemplo negativo, a geometria e o posicionamento do edifício criam uma zona na fachada onde os moradores experimentam níveis de pressão sonora acima da norma. Também é possível concluir que nos exemplos mostrados neste artigo a volumetria e a distribuição dos elementos arquitetônicos nas edificações podem gerar grande impacto no ruído urbano de uma região.

Considerando tanto que projetos arquitetônicos e urbanísticos objetivam qualidade do ambiente construído, conseqüentemente o bem-estar e a saúde da população, quanto que altos níveis de ruído urbano levam a uma piora na qualidade de vida e da saúde da população, uma boa prática seria os arquitetos e urbanistas trabalharem em conjunto com os demais profissionais técnicos e de gestão do ambiente construído, visando a uma integração acústica para atingir este objetivo comum.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151 Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro, 2005a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 10152 Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005b.
- ARIZA-VILLAVERDE, Ana B.; JIMÉNEZ-HORNERO, Francisco J.; DE RAVÉ, E. Gutiérrez. **Influence of urban morphology on total noise pollution: Multifractal description**. Science of the Total Environment. V. 472. p. 1-8. 2014. Disponível em: doi:10.1016/j.scitotenv.2013.10.091 .Acesso em: 22 mai.2014.
- BABISCH, W. **The noise/stress concept, risk assessment and research needs**. Noise& Health, 2002. v. 4. ed. 16. p.1-11. 2002.
- BABISCH, W. **Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart disease**. Noise& Health, 2014. v. 16. ed. 68. p.1-9. 2014.
- BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do ruído**. Edgard Blücher Ltda, 2011.
- DEFRA. **Guidance: Noise pollution: economic analysis**. Department for Environment, Food & Rural Affairs, 2013. Disponível em: <<https://www.gov.uk/noise-pollution-economic-analysis>>. Acesso em: 21 maio 2014.
- DUBOIS, Danièle; RAIMBAULT, Manon. **Urban Soundscapes: Experiences And Knowledge**. Paris, France. v. 22. n. 5. p. 339 – 350. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2005.05.003>. Acesso em: 08 jun. 2014.
- FIORINI, A. C. **Impacto do Ruído na Saúde**, 2014. Disponível em: <[http://www.conferenciaruidosp.com.br/assets/files/Apresentacoes/Painel3/AnaClaudiaFiorini\\_Painel3\\_ConferenciaSPAbr.14.pdf](http://www.conferenciaruidosp.com.br/assets/files/Apresentacoes/Painel3/AnaClaudiaFiorini_Painel3_ConferenciaSPAbr.14.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2014.
- KANG, J. **Urban Sound Environment**. Abingdon: Taylor & Francis, 2007.
- NAVARRO, Wu C. K.; BRUNA, Gilda C. **Estudo da Paisagem Sonora no Projeto Arquitetônico e no Urbanismo**. 2014. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.
- OMS. Regional Office for Europe. **Night Noise Guidelines for Europe**. Copenhagen Ø, Denmark, 2009.
- OMS. Regional Office for Europe. **Burden of Disease from Environmental Noise - Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe**. Copenhagen Ø, Denmark, 2011.
- OMS. Regional Office for Europe. **Environmental Health Inequalities in Europe**. Copenhagen Ø, Denmark, 2012.
- OMS. Regional Office for Europe. **Noise: Data and statistics**. 2014. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/data-and-statistics>. Acesso em : 15 maio 2014.
- OMS. WHO - World Health Organization. **Environment and Health**, 2014. Disponível em: <<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise>>. Acesso em: 11 maio 2014.
- PIMENTEL-SOUZA, F. **Efeitos da Poluição Sonora no Sono e na Saúde e na Cidade em Geral - ênfase urbana**. Revista Brasileira de Acústica e Vibrações, 1992. V. 10 p. 12-22.
- PIMENTEL-SOUZA, F. Pimentel-Souza, Fernando. 1º Conferência Municipal sobre Ruído São Paulo, 2014. Disponível em: <[http://www.conferenciaruidosp.com.br/assets/files/Apresentacoes/Painel3/FernandoPimentel\\_Painel3\\_ConferenciaSPAbr2014.pdf](http://www.conferenciaruidosp.com.br/assets/files/Apresentacoes/Painel3/FernandoPimentel_Painel3_ConferenciaSPAbr2014.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2014.
- VIGLIECCA & ASSOCIADO. **Rua Oscar Freire**. 2002. Disponível em: <<http://www.vigliecca.com.br/pt-BR/projects/oscar-freire-street>>. Acesso em: 21 set. 2014.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à BRÜEL & KJÆR pelo empréstimo de equipamentos de medição e do *software* de simulação e elaboração de cartas acústicas utilizados na pesquisa.