

A INFLUÊNCIA DO DESENHO URBANO NA QUALIDADE ACÚSTICA DAS CIDADES – RECUOS URBANOS

Flavio Maya Simões (1); Luis H. B. Villanova (2)

(1) Professor Doutor Arquiteto, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Ritter dos Reis,
Rua Orfanotrófió, 555, Alto Teresópolis, CEP 90.840-440. Porto Alegre, RS. Tel: 51-3230 3333,
fmsimoes@terra.com.br

(2) Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário Ritter dos Reis.
luishbv@globo.com

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido para avaliar os efeitos acústicos dos recuos viários e de jardim, utilizando o ruído urbano do tráfego rodado como fonte sonora, com a utilização dos equipamentos SVAN 943, tipo 2, e NORSONIC 110, tipo 1. Os instrumentos de medição acústica foram localizados no meio-fio e junto ao alinhamento das edificações. Foram realizadas medidas simultâneas de $Leq_{1 \text{ minuto}}$, com os dois equipos, verificando a atenuação (diferença entre as duas medidas) proporcionada pelos recuos viários e de jardins. Os equipamentos foram alternados para corrigir diferenças nas leituras, realizando a média das atenuações. As medições de Nível de Pressão Sonora, NPS, foram realizadas em oito diferentes avenidas e ruas da cidade de Porto Alegre, obtendo os níveis de ruído no meio-fio das calçadas e junto às fachadas das edificações. Pela diferença dos níveis de ruído medidos nas duas localizações obtivemos a atenuação proporcionada pelos recuos das vias analisadas. Foi criado um banco de dados com as medições realizadas.

Palavras-chave: ruído urbano, conforto ambiental, acústica.

ABSTRACT

The present work was developed to evaluate the acoustic effects of the public frontage and private frontage, using the urban noise of the traffic as sound source, with the use of the equipments SVAN 943, type 2, and NORSONIC 110, type 1. The instruments of acoustic measurement were located in the curb and close to the frontage line. Simultaneous measures of $Leq_{1 \text{ minute}}$ were accomplished, with the two sound analyzers, verifying the reduction (difference among the two measures) proportionate for the public frontage and private frontages. The equipments were alternate to correct differences in the readings, accomplishing the average of the reductions. The measurements of Sound Pressure Level, SPL, were accomplished in eight different avenues and streets of the city of Porto Alegre, obtaining the noise levels in the curb of the sidewalks and close to the frontage line. The difference of the measured noise levels in the two locations show us the sound reduction for the public and private frontage of the analyzed roads. A database was created with the accomplished measurements.

Keywords: urban noise, environmental comfort, acoustics.

1. INTRODUÇÃO

Estimativas da população urbana, feita pelo IBGE, mostram que as cidades vêm crescendo em grande escala. Essa explosão demográfica iniciou-se principalmente nos anos 40, década em que se desenvolveu a industrialização brasileira. (FACCIN; FERREIRA; SANTOS; KRÜGER, 2005).

Este grande avanço que vem acontecendo nas cidades brasileiras, e tão almejado em diversas áreas traz o surgimento de inúmeros problemas ambientais, dentro deles a poluição sonora causada principalmente pelo ruídos dos veículos que circulam por nossas ruas.

A cidade é um complexo de formas urbanas que formam elementos estáticos e tornam possível o fluxo de elementos dinâmicos: pedestres, carros, motocicletas, metrô, helicópteros, etc. Tanto as formas arquitetônicas como as formas urbanas têm propriedades sonoras que podem contribuir para a boa e a má qualidade do ambiente sonoro. Essas formas permitem a existência de alguns sons e a exclusão de outros, influenciando na percepção que deles têm os habitantes, sejam eles usuários dos espaços públicos ou residentes de moradias próximas. (ROMERO, 2001).

De acordo com a OMS o ruído é o terceiro poluente em importância, depois apenas do ar e da água.

O ruído é um dos contaminantes mais incômodos e que de forma mais direta deteriora a qualidade de vida na atualidade. Como se refere o parágrafo acima o desenho do espaço urbano pode ou não contribuir para a qualidade acústica das cidades. Nesta pesquisa nos dedicamos a analisar a atenuação proporcionada pelos recuos viários e de jardim, que interferem no desempenho acústico das cidades.

2. OBJETIVO

Este estudo compara os níveis de pressão sonora obtidos simultaneamente junto ao meio-fio e junto ao alinhamento das construções, utilizando o ruído do tráfego rodado como fonte sonora, em oito locais de Porto Alegre, com o objetivo de analisar a influencia dos recuos urbanos na atenuação do ruído nas cidades.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Equipamento: Os equipamentos utilizados durante as medições foram o SVAN-943, SVANTEK, tipo 2, e SA-110, NORSONIC, tipo 1, (normas IEC 651/ 804 e AINSI S.1.4), os quais foram calibrados previamente e após cada série de medidas, com o mesmo calibrador auto-compensado de precisão modelo NOR-1251, NORSONIC, (norma IEC 942), junto com os softwares SvanPC e NOR-1011 para transferência de dados dos aparelhos para computador.

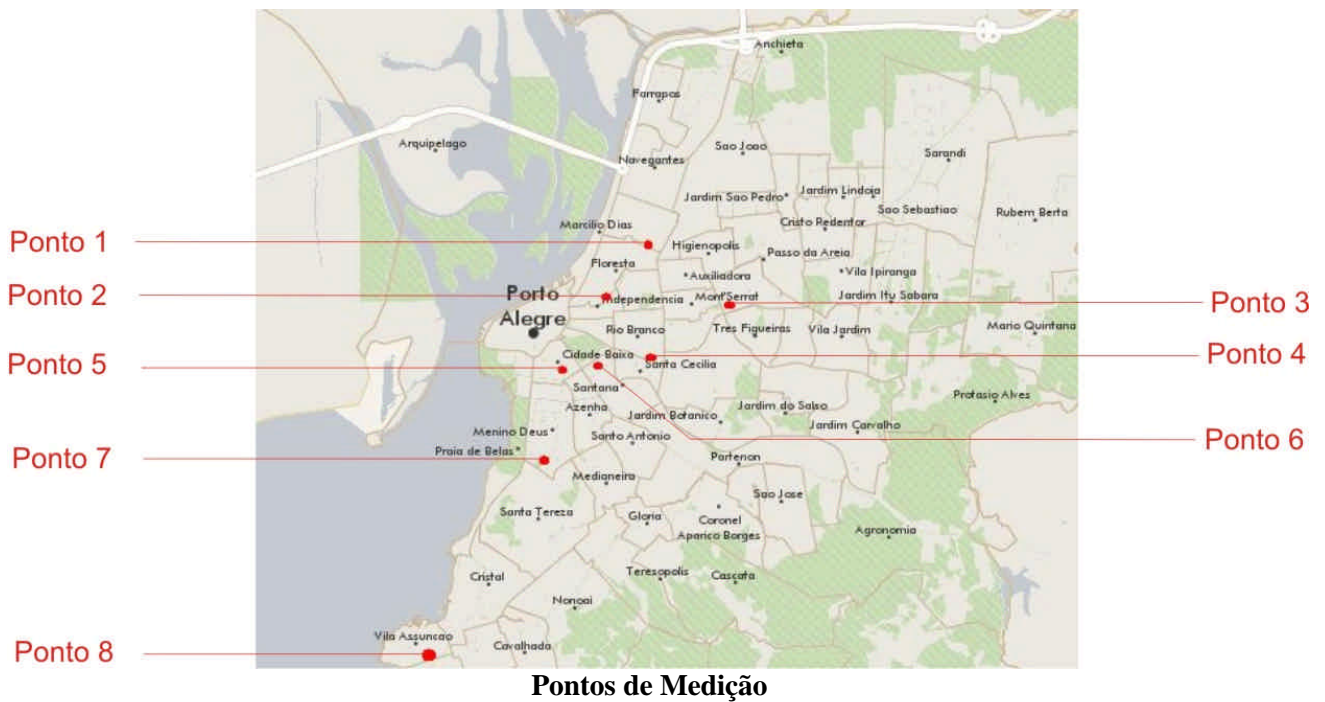
Horário de medição: todas as medições nos 8 pontos foram realizadas no horário compreendido entre 17:00 e 19:00 horas, horário de maior movimentação nas ruas e ruído mais intenso.

Tempo de medição: um minuto para cada medição, obtendo $Leq_{1 \text{ min}}$, máximos e mínimos.

Determinação dos locais de medição: Foram estabelecidos oito pontos para medições de diferentes tipologias de ruas e avenidas de Porto Alegre. Delas, quatro foram escolhidas de uma pesquisa já existente com estudo na “Centralidade e Dinâmica Social” (VARGAS; RIBEIRO; MIRANDA; MACHRY), que são: Av. Venâncio Aires, Av. José de Alencar, Av. Cristóvão Colombo e Av. São Pedro. Os demais pontos se tratam de vias de grande importância para cidade, escolhidos tanto por seus fluxos, edificações, vegetações, pavimentações, etc. São as Av. Carlos Gomes, Av. Protásio Alves, Av. Pereira Passos e Rua Lima e Silva.

Procedimentos: Utilizamos o ruído do tráfego rodado como fonte sonora. Realizamos 16 medições em dBA em cada ponto, 8 em cada lado da via, obtendo 4 valores de atenuação comparando os NPS medidos junto ao meio-fio e junto ao alinhamento das construções, seguindo as indicações da norma NBR 10.151. Os ensaios foram realizados em duplicata. Posicionamos um equipo junto ao meio-fio e outro no alinhamento, e realizamos medições simultâneas dos NPS. Repetimos as medições, obtendo duas séries de medidas. Invertemos as posições dos equipamentos e repetimos as medições. Obtivemos um total de quatro avaliações (diferença entre meio-fio e alinhamento), em cada lado das vias, alternando os equipamentos de medição (Svan-943 e SA-110) e calculando a média entre as medições.

Ponto 1	Avenida São Pedro
Ponto 2	Avenida Cristóvão Colombo
Ponto 3	Avenida Carlos Gomes
Ponto 4	Avenida Protásio Alves
Ponto 5	Rua Lima e Silva
Ponto 6	Avenida Venâncio Aires
Ponto 7	Avenida José de Alencar
Ponto 8	Avenida Pereira Passos

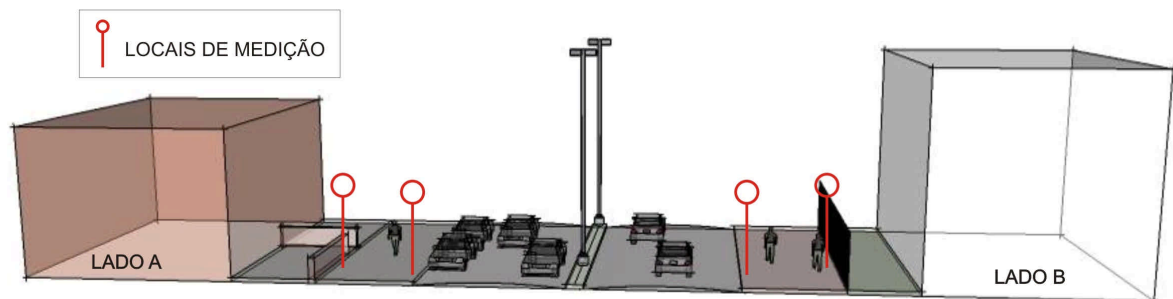


4. RESULTADOS

Apresentamos os resultados das medições de ruído realizadas em cada ponto, Perspectiva da caixa de rua e tabela com características físicas do local de medição:

4.1. Ponto 1: Av. São Pedro

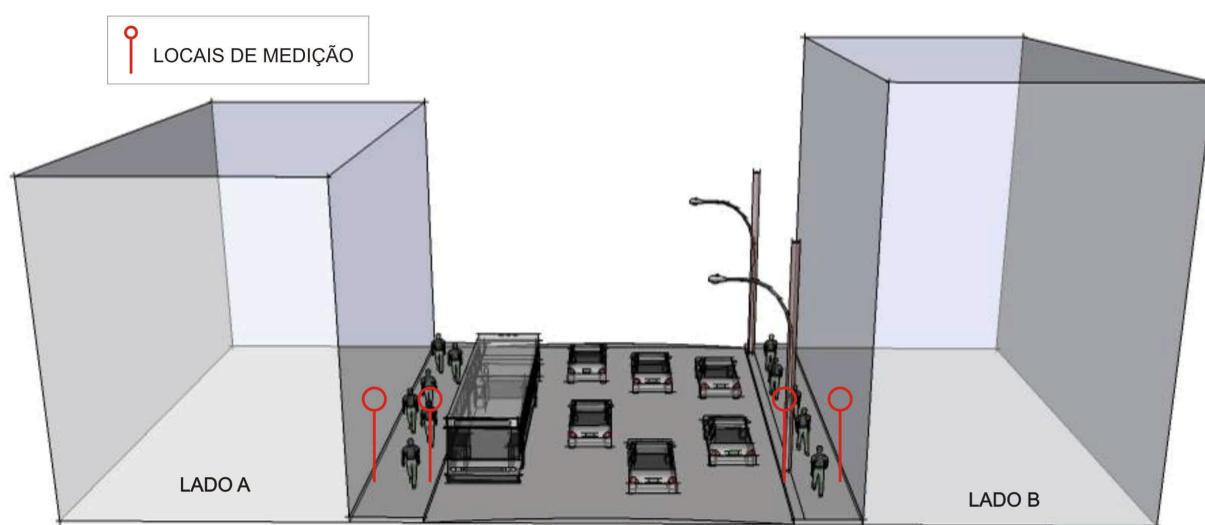
Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
68,9	70,8	1,9	72,2	68,8	3,4
70,5	72,4	1,9	71,9	69,1	2,8
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
68,7	70,8	2,1	71,1	67,1	4,0
70,2	73,6	3,4	75,5	71,5	4,0
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
69,6	71,9	2,3	72,7	69,1	3,6



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distância dos Pontos Medidos
Lado A	Paralelepípedo	Basalto Regular	7,20m	4,70m	0,80m	X	3,25m	X	7,00m	Residência	7,95m
Lado B	Paralelepípedo	Basalto Regular	7,10m	4,80m		Grama, Árvores	4,00m	1,10m	10,00m	Residência	4,80m

4.2 Ponto 2: Av. Cristóvão Colombo

Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
70,4	73,3	2,9	77,7	77,9	-0,2
67,5	72,4	4,9	71,9	71,6	0,3
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
73,9	76,1	2,2	71,1	69,9	1,2
72,3	74,0	1,7	76,0	75,1	0,9
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
71,0	74,0	2,9	74,2	73,6	0,6



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distância dos Pontos Medidos
Lado A	Asfalto	Basalto Regular	12,70m	2,35m	x	x	Viário	x	15,00m	Residência	2,35m
Lado B	Asfalto	Basalto Regular		2,55m		x	Viário	x	12,00m	Comércio	2,55m

4.3 Ponto 3: Avenida Carlos Gomes

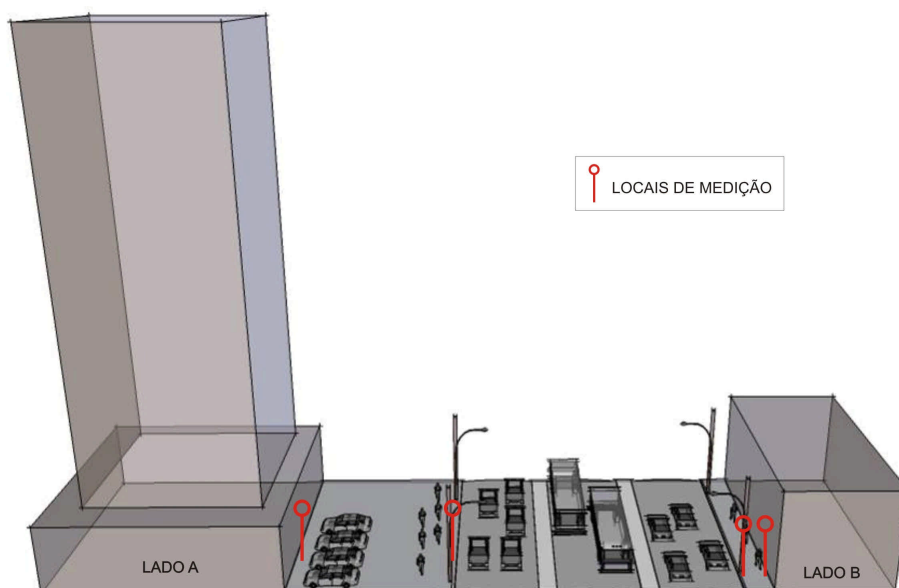
Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
70,4	73,3	2,9	78,0	72,1	5,9
67,5	72,4	4,9	75,5	71,5	4,0
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
70,2	74,4	4,2	82,1	74,8	7,3
67,9	71,4	3,5	77,9	71,6	6,3
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
69,0	72,9	3,9	78,4	72,5	5,9



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Cantelro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distancia dos Pontos Medidos
Lado A	Concreto	Basalto Regular	14,10m	4,40m	1,40m	X	6,20m	X	24,00m	Comércio	10,60m
Lado B	Concreto	Basalto Regular	14,10m	4,20m	1,40m	Grama Árvores	8,20m	X	45,00m	Comércio	12,40m

4.4 Ponto 4: Av. Protásio Alves

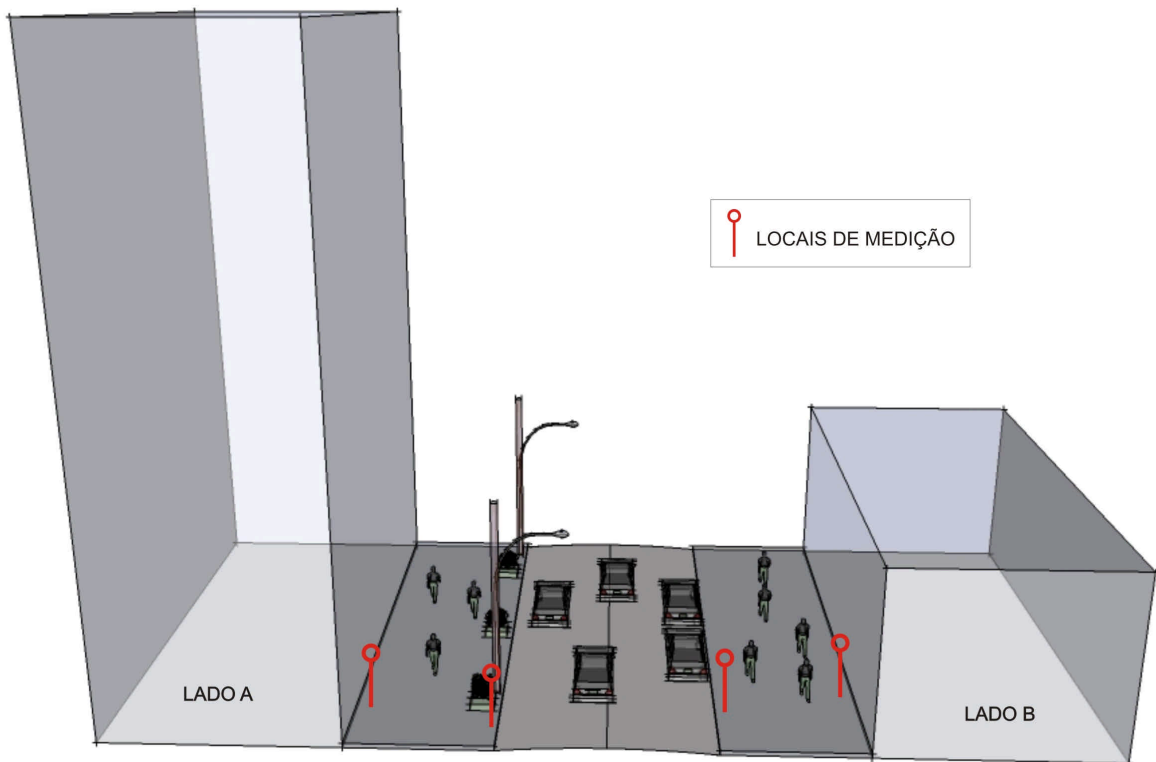
Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
76,3	78,0	1,7	75,7	74,8	0,9
74,3	75,9	1,6	76,8	76,2	0,6
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
75,3	77,7	2,4	75,8	74,1	1,7
75,6	78,3	2,7	78,9	76,8	2,1
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
75,4	77,5	2,1	76,8	75,5	1,3



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distancia dos Pontos Medidos
Lado A	Asfalto	Basalto Regular	10,50m	7,00m	1,50m	X	7,00m	1,50m	45,00m	Misto	14,00m
Lado B	Asfalto	Basalto Irregular	10,50m	2,50m	1,50m	X	Viário	1,20m	9,00m	Misto	2,50m

4.5 Ponto 5: Rua Lima e Silva

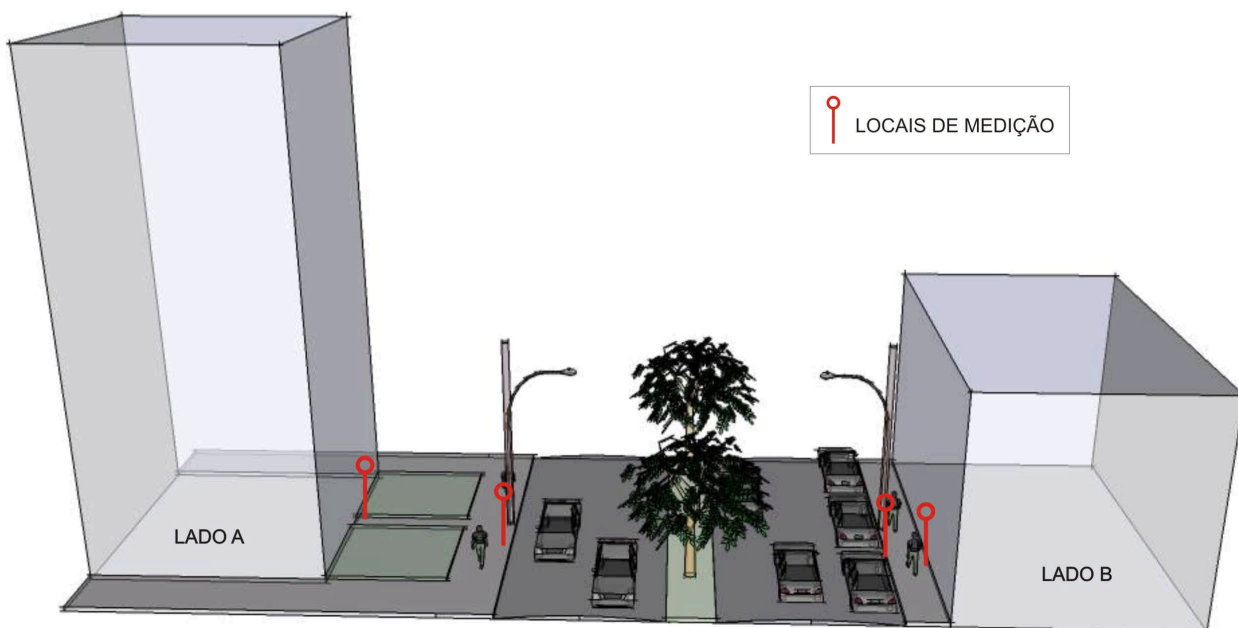
Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
67,3	69,5	2,2	65,8	64,7	1,1
68,3	70,4	2,1	69,5	67,8	1,7
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
65,0	66,8	1,8	70,0	68,6	1,4
67,6	69,7	2,1	66,1	64,3	1,8
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
67,1	69,1	2,1	67,9	66,4	1,5



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distancia dos Pontos Medidos
Lado A	Asfalto	Basalto Regular	9,00m	6,10m	X	Arbustos	6,20m	X	28,00m	Residência	6,10m
Lado B	Asfalto	Ladrilho Hidráulico		6,00m		X	8,20m	X	8,00m	Comércio	6,00m

4.6 Ponto 6: Av. Venâncio Aires

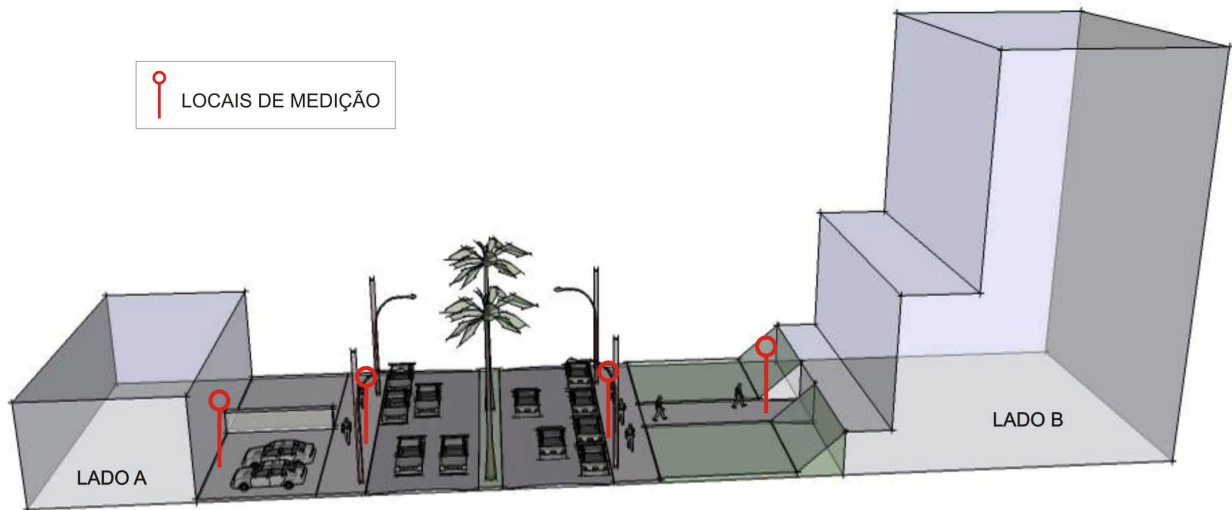
Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
70,3	73,3	3,0	69,5	69,3	0,2
71,4	74,4	3,0	67,9	67,8	0,1
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
69,7	72,8	3,1	70,1	69,2	0,9
70,1	73,2	3,1	69,0	68,0	1,0
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
70,4	73,4	3,1	69,1	68,6	0,6



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distância dos Pontos Medidos
Lado A	Asfalto	Basalto Regular	6,90m	2,30m	2,00m	Grama Arbustos	5,10m	x	22,00m	Residência	7,40m
Lado B	Asfalto	Basalto Regular	7,50m	1,75m		x	Viário	x	10,00m	Colégio	1,75m

4.7 Ponto 7: Av. José de Alencar

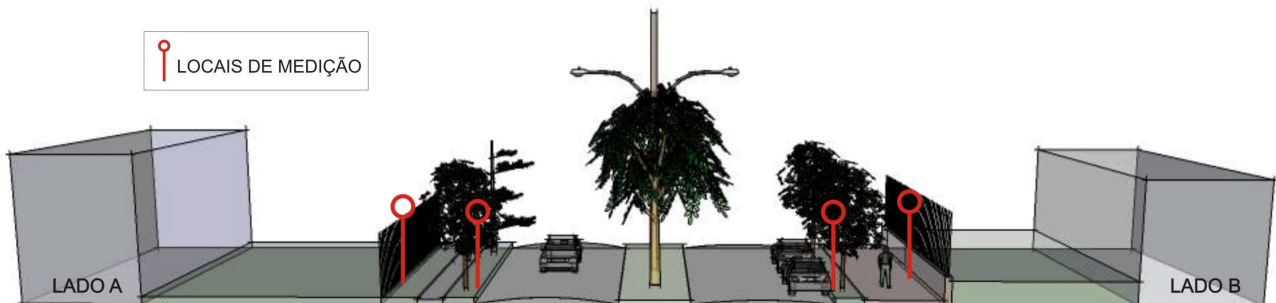
Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
64,1	68,9	4,8	69,7	66,2	3,5
65,0	68,7	3,7	69,4	64,4	5,0
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
69,4	72,3	2,9	71,9	66,5	5,4
62,3	65,2	2,9	64,7	61,2	3,5
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
65,2	68,8	3,6	68,9	64,6	4,4



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distancia dos Pontos Medidos
Lado A	Asfalto	Basalto Irregular	7,00m	3,00m	1,50m	Grama	7,20m	X	7,00m	Comércio	10,20m
Lado B	Asfalto	Basalto Irregular	7,00m	2,93m		Grama Árvores	11,78m	X	24,00m	Hospital	14,71m

4.8 Ponto 8: Av. Pereira Passos

Resultados das Medições em dBA					
Lado A			Lado B		
Alinhamento	Meio Fio		Meio Fio	Alinhamento	
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SVAN943	SA110	(SA110 - SVAN943)	SA110	SVAN943	(SA110 - SVAN943)
59,4	59,6	0,2	68,6	66,3	2,3
64,4	67,5	3,1	56,6	55,8	0,8
Equipamentos		Diferença	Equipamentos		Diferença
SA110	SVAN943	(SVAN943 - SA110)	SVAN943	SA110	(SVAN943 - SA110)
68,3	71,8	3,5	68,3	64,9	3,4
68,2	72,7	4,5	71,6	68,0	3,6
Médias (dBA)		Atenuação Média	Médias (dBA)		Atenuação Média
65,1	67,9	2,8	66,3	63,8	2,5



	Tipo de Pavimentação (rua)	Tipo de Pavimentação (calçada)	Largura (rua)	Largura (calçada)	Canteiro Central	Tipo de Vegetação	Recuo de Jardim	Jardim Passeio	Altura Edificação	Tipo de edificação	Distancia dos Pontos Medidos
Lado A	Paralelepípedo	Basalto Irregular	6,00m	4,60m	3,00m	Grama Arbustos	10,00m	1,50m	6,00m	Residência	4,60m
Lado B	Paralelepípedo	Pedra Gres	6,00m	4,50m		Grama Árvores	8,00m	1,20m	4,00m	Residência	4,50m

4.9 Análise dos resultados:

No Ponto 1, Avenida São Pedro, acreditamos que a atenuação verificada pode ser devida a vegetação existente. O lado A sem vegetação apresentou redução de 2,3 dBA, enquanto que o lado B com grama e árvores apresentou diferença de 3,6 dBA, ainda que o recuo de jardim fosse menor.

No Ponto 2, Avenida Cristóvão Colombo, constatamos diferenças mínimas de 1,5 dBA e 0,6 dBA. Este local não apresenta nenhum tipo de vegetação nem recuo de jardim, com as construções muito próximas da via, o que justifica os resultados obtidos.

No Ponto 3, Av. Carlos Gomes, foi verificada a melhor atenuação em todas as medições realizadas. Obtivemos uma diferença de 5,9 dBA entre as medidas no meio-fio e no alinhamento das edificações, no lado B, e de 3,9 dBA no lado A. Acreditamos que esta atenuação é devida à distância entre meio-fio e fachadas, com 8,20 m de recuo de jardim (B) e 6,20 m (A), e existência de vegetação.

No Ponto 4, Avenida Protásio Alves, no lado A temos uma situação geométrica parecida ao ponto 3, porém sem vegetação. A atenuação neste local foi de somente 2,1 dBA. Verificamos elevados níveis de ruído de tráfego, da ordem de 78 dBA, muito acima do indicado na NBR 10.151.

No ponto 5, Rua Lima e Silva, com geometria parecida ao ponto 1, as atenuações verificadas foram de 2,1 dBA no lado A com arbustos e de 1,5 dBA no lado B sem vegetação. Corroborando o resultado obtido no ponto 1.

No Ponto 6, Avenida Venâncio Aires, a grande diferença entre os dois lados reside na presença de arbustos e grama somente em um lado da avenida, proporcionando atenuação de 3,1 no lado A com vegetação e de 0,5 dBA no lado B sem vegetação.

No ponto 7, Avenida José de Alencar, verificamos atenuação de 3,6 dBA e de 4,4 dBA, devido aos recuos de jardim de 7,2 m e 11,8 m, arborizados e com grama.

No Ponto 8, Avenida Pereira Passos, verificamos os menores valores de ruído de trânsito, com valores de $Leq_{1 \text{ min}}$ de 65,1 dBA e 66,5 dBA e atenuação de 2,8 dBA e 2,5 dBA, com ambos lados arborizados e com grama.

Os níveis de ruído medidos estão acima dos níveis indicados na NBR 10.151. O nível critério de avaliação NCA para ambientes externos, período diurno, é de 60 dBA, para áreas mistas com vocação comercial e administrativa, tais como os pontos 1 a 7; nestes locais as medições indicaram níveis que variam entre os 67,9 dBA e 78,4 dBA. No ponto 8, área estritamente residencial urbana, apesar da indicação de 50 dBA da NBR 10.151, encontramos valores entre 66,3 dBA e 67,9 dBA. O tempo de medição adotado neste estudo, um minuto, não caracteriza o clima de ruído dos locais, mas demonstra os níveis de pressão sonora que foram atingidos durante as medições.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho mostra uma comparação dos níveis de ruído obtidos em diferentes configurações urbanas e a atenuação proporcionada em cada ponto pelos recuos urbanos. Verificamos através dos resultados obtidos que a vegetação cumpre um papel importante na obtenção de conforto ambiental acústico em nossas cidades, reduzindo o ruído do tráfego urbano.

Recuos de jardim pavimentados não proporcionam a atenuação esperada pela distância, devido às reflexões sonoras no material pouco absorvente dos pisos que reforçam o som direto.

Salientamos o efeito atenuador da vegetação quando utilizada nos recuos de jardim, calçadas e canteiros, podendo atingir os 5,9 dBA do ponto 3, avenida Carlos Gomes.

Novos estudos analisando o ruído de tráfego, com períodos maiores de medição, verificando o fluxo de veículos, velocidades e tipo de pavimentação (SATLER, 1999), são necessários ao conhecimento das causas do ruído urbano e como mitigá-lo. O uso de 'asfalto silencioso' na Alemanha reduz em até 10 dBA o ruído das auto-estradas (http://www.voegele-ag.de/roadnews/rn12/template/rn12_04.php?lang=po, 2008). Barcelona utilizou 'asfalto silencioso' na pavimentação da Rambla. Segundo o Secretario de Manutenção e Serviços Urbanos de Barcelona, Francesc Narváez, este tipo de asfalto reduz entre 2 e 4 dBA os sons provocados pelo tráfego, pois o ruído não reflete, ficando entre as rodas e o asfalto (El Periódico.com, 2006).

M. L. Niemayer, em seu trabalho (NIEMEYER, 2001), recomenda, sempre que possível, dependendo das características climáticas, o uso de vegetação (sobre o solo, muros ou taludes) que apresenta índices de absorção acústica bastante satisfatórios – $NRC = 0.60$ (EGAN, 1994).

A exigência dos órgãos públicos de ajardinamento real nos recuos de jardim pode ajudar a aumentar os índices de conforto acústico dos moradores, reduzindo a poluição sonora de nossas cidades, proporcionando uma melhor qualidade de vida.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT. Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento, NBR-10151. Rio de Janeiro, 1999.
- EGAN, M. David. *Concepts in Architectural Acoustics*. New York, USA, Mc Graw Hill. Book Company, 1994.
- El PERIODICO: La Rambla estrena asfalto silencioso. Barcelona, 2006. Disponível em: <http://www.elperiodico.com/default.asp?idpublicacio_PK=46&idioma=CAS&idnoticia_PK=353722&idseccio_PK=1022>. Acessado em 28 maio 2009.
- FACCIN, M.; FERREIRA, P. D.; SANTOS, V. T. L.; KRÜGER, E. L. Estudo do Ruído Urbano nos Eixos Estruturais de Curitiba, Analisando Diferentes Bandas de Oitava de Freqüência. In ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Alagoas, outubro 2005.
- NIEMEYER, M. L., SANTOS, M. J. O. Qualidade Acústica no Espaço Urbano. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NA AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, São Pedro, SP. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.
- ROMERO, M.A.B. **Arquitectura Bioclimática de los Espacios Públicos**. 1993. 226f. Tese (Arquitetura e Urbanismo) - Universitat Politècnica de Catalunya, UPC, Espanha.
- SATTLER, M. A. Estudo Comparativo de Níveis de Ruído Entre Pavimento Asfáltico e Pavimento com Pedra Granítica Regular. In: V ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NA AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999, Fortaleza. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- VÖGELE: Camada de desgaste em asfalto poroso absorve 10 dB. **Roadnews**, Alemanha, n. 12, dez 2007. Disponível em: <http://www.voegele-ag.de/roadnews/rn12/index.php?lang=po>. Acesso em: 28 maio. 2009.