

# Levantamento do Nível de Ruído dos Veículos nas Proximidades da Avenida São Carlos

## Utilizando um SIG para Avaliar Níveis de Ruído de Tráfego em uma Cidade Média

Roberto Berrettini <sup>1</sup>  
 Antônio Néelson Rodrigues da Silva <sup>2</sup>  
 Almanir Silveira <sup>1</sup>

<sup>1</sup> UF São Carlos - Depto. de Engenharia Civil  
 Via Washington Luis, km 235 - C.Postal 676  
 Fone (016) 2608262 - Fax (016) 2608259  
 13565-905 - São Carlos SP  
 ✉ [prbe@iris.ufscar.br](mailto:prbe@iris.ufscar.br)

<sup>2</sup> USP - Escola de Eng. de São Carlos - Depto. de Transportes  
 Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - Caixa Postal 359  
 Fone (016) 2739595 - Fax (016) 2739602  
 13.560-250 - São Carlos - SP  
 ✉ [anelson@sc.usp.br](mailto:anelson@sc.usp.br)

Conteúdo	
	1. Introdução
	2. Medição de ruído
	3. Caracterização da Área de Estudo
	3.1 Trabalho de Campo
	3.2 Pontos de medição
	3.3 Resultados da pesquisa de campo
	4. Distribuição Espacial do Ruído
	5. Recomendações e Conclusões
	6. Referências Bibliográficas

**Resumo:** Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma estratégia de avaliação do nível de ruído causado pelo fluxo de veículos, nos locais das edificações, nas proximidades das interseções urbanas em uma cidade média. Para a coleta dos dados, realizada ao longo da principal avenida da cidade de São Carlos - SP, a posição do aparelho foi cuidadosamente determinada em relação ao observador e a fonte e foi adotado um período de 15 minutos de medição para cada ponto, durante o horário de pico. Posteriormente foi calculada a média aritmética dos valores máximos registrados e plotadas curvas de mesmo nível de ruído, com o auxílio de um software de SIG. O trabalho permite a identificação de pontos críticos em termos de níveis de ruído e traz sugestões de medidas para restringir as atividades nesses locais, para o aperfeiçoamento da metodologia de coleta de dados e para interpretação dos resultados.

**Palavras chaves:** SIG, Ruído do tráfego e cidades médias

**Abstract:** The aim of this work is to present a strategy for the evaluation of noise level produced by the flow of vehicles in buildings located close to intersections in a medium-sized city. The location of the equipment for data collection has been carefully studied along the main street of the city of São Carlos - SP, considering the positions of both the observer and the noise source. Data collection has been carried out in intervals of 15 minutes for each point, during peak periods of traffic. The mean of the higher registered values has been calculated and graphically displayed as contour lines, with the help of some GIS tools. The work allows the identification of critical points regarding the noise level. It also brings suggestions of measures to restrict activities in these places, to improve the data collection process and to analyze the results.

**Keywords:** GIS, traffic noise and medium-sized city

## 1. Introdução

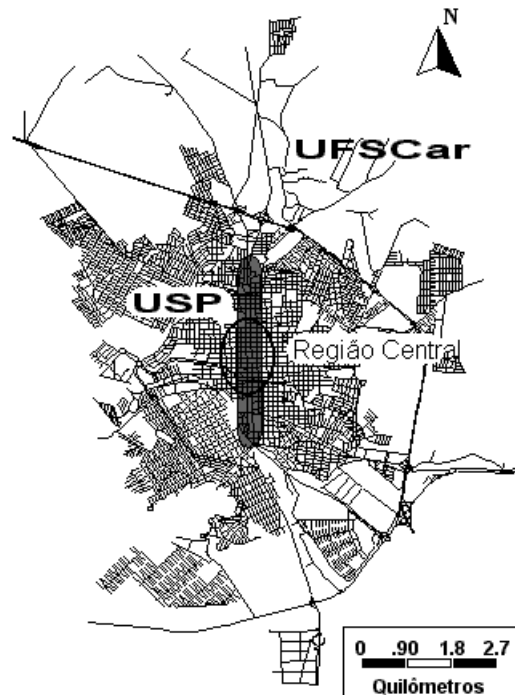
O impacto ambiental causado pelo ruído urbano, durante muito tempo foi relegado a um plano secundário, tanto no que diz respeito a uma legislação específica como no campo da pesquisa científica, o que em muitos casos dificulta a sua caracterização e quantificação enquanto impacto ambiental. O ruído urbano, descartando-se emissões temporárias causadas principalmente por obras civis, shows e eventos artísticos, tem como sua principal fonte de emissão o tráfego de veículos. Os meios de transporte encabeçam a lista por estarem presentes em toda a parte e nas 24 horas do dia, incomodando assim, um maior número de pessoas. Outro problema é que o ruído, já tão presente nas grandes cidades (São Paulo, por exemplo, é apontada pela Organização Mundial de Saúde - OMS, como sendo uma das dez cidades mais barulhentas do mundo), está também começando a fazer parte do cotidiano das cidades de médio porte.

A cidade de São Carlos, localizada no interior paulista, possui uma população de cerca de 150.000 habitantes no perímetro urbano, e uma área urbana de aproximadamente 60 km<sup>2</sup>. (IBGE 1991). Por apresentar tais características e facilidades para o levantamento das

informações é que São Carlos foi escolhida como objeto de estudo deste trabalho. Devido a impossibilidade de se mapear todas as regiões da cidade, foi escolhida apenas uma região para se fazer o levantamento de campo e, a partir daí, construir as curvas de nível de ruído.

Estrategicamente, a região escolhida para o levantamento compreende toda a extensão da avenida São Carlos, principal via da cidade, acrescida de uma faixa de 250 metros de comprimento de cada lado da via contados a partir do eixo. Conforme pode ser visualizado na Figura 1, a área de estudo atravessa toda a região central da cidade, servindo como o eixo viário mais importante da cidade, devido ao fato de que quase a totalidade das linhas de ônibus urbanos passam por essa região. Essa área também apresenta as maiores densidades populacionais da cidade bem como elevados índices de verticalização. Somente por estes fatos, a escolha dessa área como objeto de estudo já estaria justificada.

Este trabalho é composto por 4 seções, onde na primeira (Medição de Ruído) é relatado de forma breve, como será feitas as medições e em que escala será medido o ruído dos veículos automotores é também descrito o aparelho que será usado nas medições de campo. Na segunda (Caracterização da Área de Estudo) é caracterizada a área de estudo e a metodologia de medição do ruído veicular ao final desta seção é encontrado os resultados obtidos na pesquisa de campo. Na seção 3 (Distribuição Espacial do Ruído), é apresentado os resultados das medições de campo sob a forma de curvas de mesmo nível de ruído, bem como os perfis da variação do nível de ruído para alguns pontos principais da área de estudo. Na última seção (Recomendações e Conclusões) é colocado algumas recomendações e conclusões obtidas a partir das medições de campo.



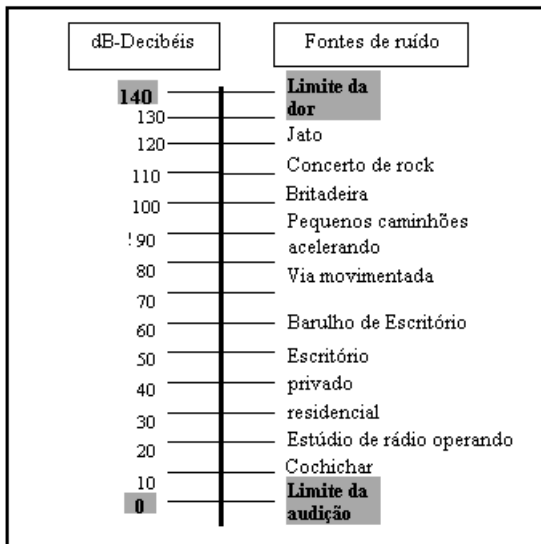
**Fig. 1:** Localização da área de estudo em São Carlos, com destaque para alguns pontos de referência na cidade

## 2. Medição de ruído

Os medidores de ruído são instrumentos que quantificam a pressão sonora através de um microfone de alta qualidade. Esta pressão, ao atingir o diafragma do microfone, é transformada em um sinal elétrico, que é retificado para um sinal dito Raiz Média Quadrática (R.M.Q.). Após a passagem do sinal elétrico pelo processo de retificação, este é compensado segundo uma das curvas de ponderação.

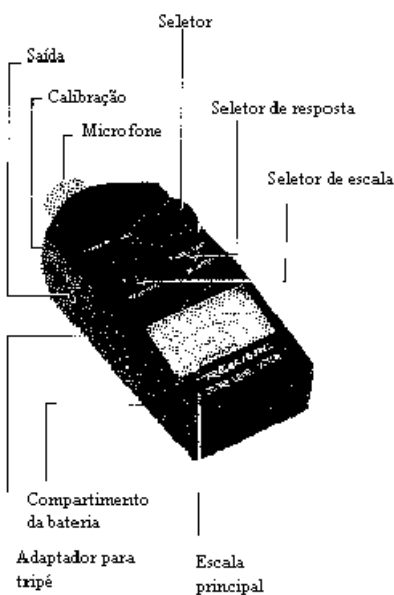
O nível inferior do ruído urbano é praticamente constante, e é mais conhecido como ruído de fundo ou nível residual. Outra característica é que a variação do nível sonoro é na faixa de aproximadamente 30 dBA. Outro dado interessante é que, em uma pesquisa realizada em Paris na década de 60, mais de 95% das ruas apresentara nível de ruído inferior a 55 dBA a noite. Durante o dia a situação se inverteira: mais de 95% das ruas produziam ruído superior a 65 dBA.

Apesar da grande maioria dos aparelhos de medição de ruído utilizarem a escala de ponderação "A", existem ainda as escalas "B", "C" e "D". A adoção da escala de ponderação "A", se deve a tendência do ouvido humano de atenuar baixas e altas frequências, ou seja um tom puro de 40 dB a 1000 Hz apresenta o mesmo nível de sonoridade que um tom puro de 89 dB a 20 Hz, ou ainda um tom de 52 dB a 100 Hz. A escala decibel se utiliza do limite inferior da audição (o som mais baixo que um ser humano saudável é capaz de escutar corresponde a 20 milionésimos de um pascal ou  $20\mu\text{Pa}$ ) como seu ponto de partida ou pressão de referência, que corresponde a 0 dB. Na Figura 2 são encontradas escalas de valores de níveis de pressão sonora, com as suas respectivas fontes geradoras de ruído.



**Fig. 2:** Níveis de pressão sonora (Derísio 1992)

Neste trabalho está sendo utilizado o aparelho analógico da marca REALISTIC, que já vem calibrado de fábrica e possui uma precisão de  $\pm 2$  dB e ainda as escalas de medição "A e C". No caso deste trabalho, como o aparelho será utilizado para medir o ruído dos veículos automotores, a melhor escala é a "A", devido as condições já acima mencionadas. A Figura 3 mostra todas as características do aparelho de medição de ruído utilizado na pesquisa.



**Fig. 3:** Medidor de ruído utilizado (fonte: Manual do proprietário do aparelho)

O medidor possui ainda dois tempos de resposta ao ruído: rápida e lenta. O tipo de resposta que será utilizada, e a que melhor se adequa a pesquisa, é a resposta do tipo lenta. Com todas as características e possibilidades do aparelho conhecidas e fixadas, teve início o trabalho de campo.

### 3. Caracterização da Área de Estudo

Definida a área de estudo, com o auxílio do SIG, suas características foram levantadas envolvendo a Av. São Carlos, da seguinte forma:

1. Localizou-se a área de estudo no mapa;
2. Foi criada uma banda (com 250 m de largura de ambos os lados), conforme observado na Figura 1;

3. Ativou-se a camada de dados censitários coletados pelo IBGE;
4. Realizou-se a sobreposição dessas camadas, para se obter os dados desejados.

Os dados estão representadas em forma de tabela, logo a seguir.

**Tabela 1:** Características da área de estudo

Comprimento total	Soma Área	Densidade
3.87 km	0.065 km <sup>2</sup>	15.08 hab/há

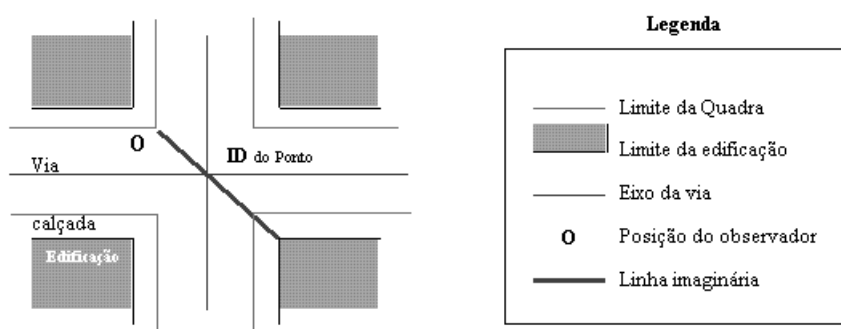
A avenida São Carlos possui intensa atividade comercial em quase toda a sua extensão (bares, lojas, escritórios, postos de gasolina, etc.), sendo um grande pólo atrator e gerador de viagens, concentrando assim um grande número de veículos.

### 3.1 Trabalho de Campo

Para a coleta dos dados de ruído dos veículos foi utilizada a seguinte metodologia:

1. Com relação à posição do aparelho em relação ao observador e a fonte:

Devido ao fato do ruído dos automóveis ser considerado como uma fonte linear, não é viável apontar o medidor diretamente para a fonte. Foi então apontado o medidor para uma direção que corresponde a uma linha diagonal ao cruzamento, conforme pode ser visualizado na Figura 4.



**Fig. 4:** Esquema de posicionamento para a medição do ruído

2. Com relação ao período de medição (como tomar as medidas do aparelho)

Foi adotado um período de 15 minutos de medição para cada ponto escolhido, durante o mesmo horário de pico, no qual foram anotados os valores máximos obtidos. Posteriormente foi calculada a média aritmética dos valores máximos. Exemplo: Considerando o horário de pico das 11:30 hs. até as 1:30, teremos oito períodos de 15 minutos, portanto serão medidos oito pontos diferentes.

O valor obtido através da média será localizado, geograficamente, no encontro das vias (interseção dos eixos) para o posterior cálculo, por meio do software TransCAD, das curvas de mesmo nível de ruído. Com o objetivo de simplificar as medições de campo, foi elaborada a planilha apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2:** Planilha para a medição de campo

ID (do ponto)	Dia	Horário	Valores Máximos (dB)				Média

3. Com relação as medidas obtidas

A repetição de ruídos esporádicos (por exemplo: sirene de ambulâncias, carro de bombeiros, etc.) deve ser levada em conta quando sua frequência é muito alta (proximidades de hospitais, de quartéis do corpo de bombeiros, etc.).

Quando uma região calma (predominantemente residencial) apresentar durante a medição um ruído esporádico (motocicleta com escapamento aberto) esta medição não deve ser levada em conta.

### 3.2 Pontos de medição

Uma vez definido o procedimento para a obtenção do nível de ruído dos veículos automotores, falta definir os pontos de medição. Devido a impossibilidade de se analisar todos esses pontos (o conjunto de pontos dessa área totaliza mais de 249 locais), foi preciso limitar essa quantidade, de forma a minimizar as medições e tentar caracterizar o mais fielmente possível a variação do ruído ao longo de toda a área. Na Figura 5 encontram-se os principais pontos de medição do ruído, e para melhor situar esses pontos, alguns nomes de ruas e instituições notórias.

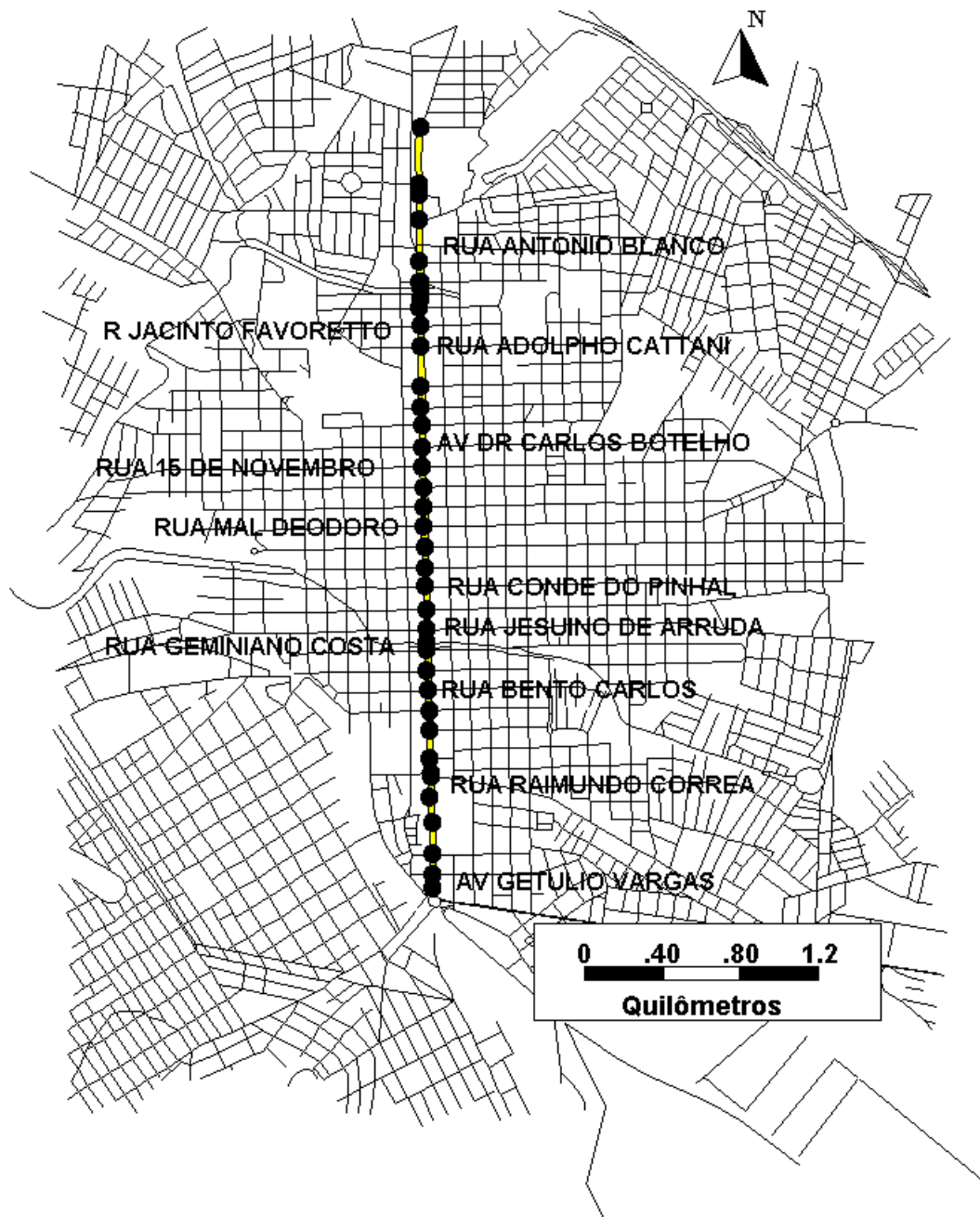


Fig. 5: Principais pontos de medição

### 3.3 Resultados da pesquisa de campo

Alguns dos pontos de coleta apresentaram, conforme pode ser visto na Tabela 3, valores muito abaixo do esperado. Para todos estes pontos foi adotado o valor de 65 dB, que representa um valor mínimo para o ruído observado nas ruas.

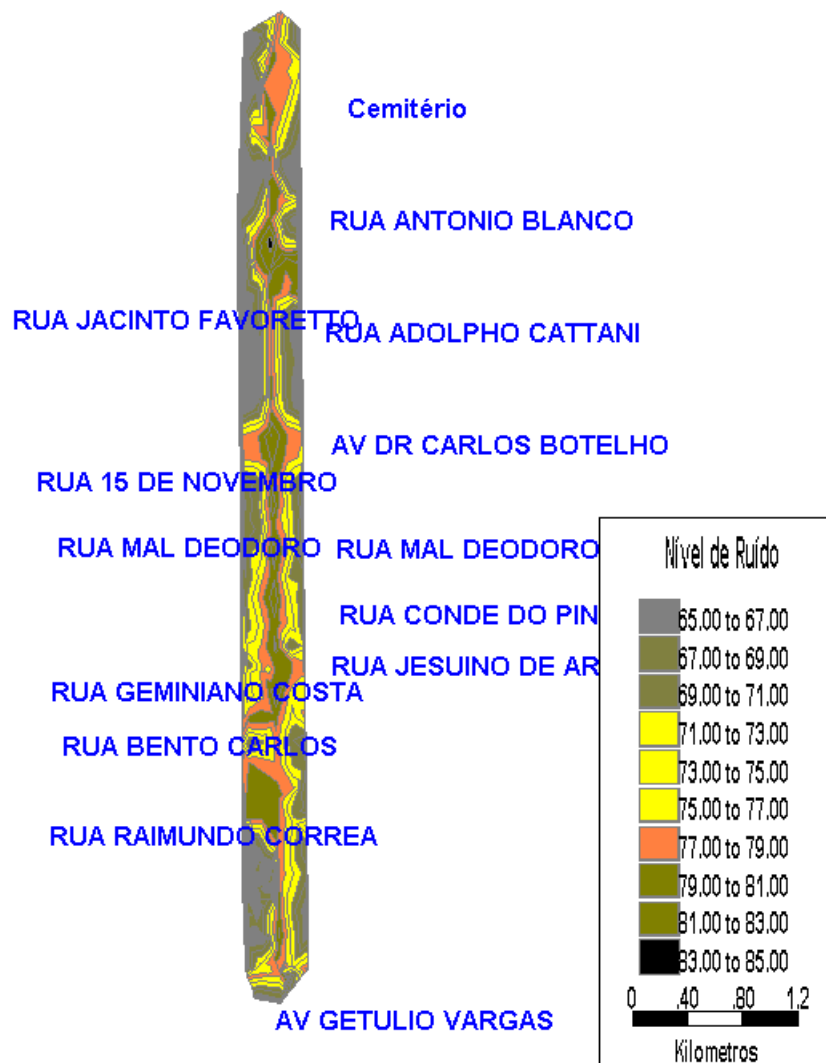
Tabela 3 - Resultados das medições de campo

ID	dBa média	ID	dBa média	ID	dBa média	ID	dBa média	ID	dBa média
249	70	199	80	149	80	99	80	47	65
248	73	198	84	148	85	98	81	46	68
247	70	197	83	147	80	97	80	45	70
246	70	196	81	146	78	96	80	44	65
245	71	195	83	145	68	95	80	43	70
244	69	194	83	144	69	94	78	42	65

243	80	193	73	143	70	93	78	41	66
242	81	192	74	142	73	92	76	40	68
241	76	191	79	141	74	91	78	39	70
240	65	190	80	140	75	90	74	38	70
239	65	189	86	139	83	89	76	37	70
238	80	188	86	138	82	88	84	36	68
237	80	187	81	137	84	87	77	35	70
236	70	186	80	136	81	86	74	34	65
235	65	185	81	135	71	85	70	33	70
234	65	184	76	134	73	84	72	32	70
233	65	183	65	133	71	83	79	31	81
232	65	182	65	132	79	82	81	30	71
231	65	181	65	131	78	81	82	29	73
230	80	180	65	130	68	80	81	28	83
229	65	179	68	129	67	79	80	27	81
228	65	178	82	128	68	78	76	26	74
227	65	177	79	127	76	77	78	25	75
226	65	176	83	126	75	76	79	24	72
225	81	175	65	125	76	75	80	23	70
224	81	174	69	124	82	74	81	22	71
223	78	173	80	123	72	73	81	21	82
222	78	172	69	122	76	72	81	20	81
221	78	171	65	121	84	71	65	19	76
220	65	170	80	120	74	70	81	18	75
219	65	169	70	119	71	69	73	17	76
218	65	168	66	118	70	68	71	16	76
217	65	167	65	117	84	65	74	15	76
216	65	166	69	116	72	64	72	14	76
215	83	165	65	115	79	63	70	13	76
214	83	164	65	114	71	62	69	12	76
213	65	163	65	113	76	61	70	11	80
212	65	162	65	112	82	60	68	10	81
211	65	161	65	111	83	59	69	9	65
210	76	160	65	110	78	58	78	8	76
209	65	159	69	109	76	57	68	7	78
208	79	158	70	108	70	56	71	6	78
207	70	157	80	107	74	55	65	5	76
206	81	156	81	106	78	54	65	4	65
205	81	155	65	105	78	53	68	3	65
204	76	154	69	104	78	52	67	2	65
203	65	153	65	103	76	51	65	1	65
202	65	152	79	102	78	50	65		
201	65	151	77	101	81	49	65		
200	83	150	78	100	80	48	67		

#### 4. Distribuição Espacial do Ruído

Com todos os dados coletados e fazendo-se uso do software TransCAD obteve-se as curvas de mesmo nível de ruído, conforme é mostrado na Figura 6.



**Fig. 6:** Curvas de nível de ruído para a área de estudo

Ainda com o auxílio do SIG, foi possível obter vários perfis das principais artérias do sistema viário de São Carlos, a saber: Avenida São Carlos (Figura 7), o binário Rua Quinze de Novembro e Rua Carlos Botelho (Figura 8), Rua Raimundo Corrêa (Figura 9) e o trecho entre a Rodoviária e a Avenida São Carlos <sup>1</sup>) (rota de saída dos ônibus rodoviários) (Figura 10).



**Fig. 7:** Perfil(1) ruído ao longo Avenida São Carlos



**Fig. 8:** Perfil(2) ruído no binário da Rua Quinze de Novembro e Av. Dr. Carlos Botelho



**Fig. 9:** Perfil (3) Rua Raimundo Corrêa



**Fig. 10:** Perfil (4) trecho entre a Rodoviária e a Avenida São Carlos

Alguns dos perfis acima apresentam valores muito baixos, o que ocorre devido ao traçado do perfil gerado pelo software, que muitas vezes não consegue acompanhar precisamente o eixo da via e acaba atravessando regiões com características muito diferentes com relação ao ruído emitido pelos automóveis.

## 5. Recomendações e Conclusões

Como primeira recomendação sugere-se que as medições do ruído viário devam ser efetuadas por meio de equipamentos automáticos que armazenem os dados de ruído, segundo a segundo, ou até mesmo uma interface gráfica que trabalhe os dados adequadamente e estes possam ser utilizados em um computador para a elaboração de gráficos. Portanto o aparelho utilizado nesta pesquisa não é o mais adequado, e, por conseqüência, os resultados obtidos devem ser utilizados com cuidado.

Deve-se ainda tomar um certo cuidado na interpretação dos resultados, devido a época do ano (dezembro/janeiro) e ao período de medição (das 11:30 as 1:30 hs.) adotado nesta pesquisa, uma vez que esta é a época de férias escolares, o que reduz sensivelmente o volume do tráfego, afetando o nível de ruído. O período de medição teve que ser adequado a disponibilidade de tempo, o que limitou a um intervalo de duas horas.

Através de uma análise das curvas de ruído obtidas, pode-se concluir que a Avenida São Carlos, não é adequada para futuras instalações de escolas, clínicas, etc., porque os níveis de ruído obtidos são bastante elevados, prejudicando o bom desenvolvimento dessas atividades. Somente seria aconselhável a instalação desses tipos de atividades caso fossem elaborados projetos acústicos que diminuam o impacto de ruído no interior das edificações. O efeito da declividade no nível de ruído dos veículos não foi percebido, porque a Avenida São Carlos (onde a presença de ônibus é constante) possui tráfego nos dois sentidos, inviabilizando assim uma análise em função da declividade. O efeito da declividade nos automóveis é praticamente imperceptível, em termos de ruído.

Conclui-se ainda que nas proximidades da rodoviária atingiu-se o pico de emissão de ruído, o que poderia sugerir mudanças, principalmente, nos sentidos de circulação dos ônibus, tentando evitar as "voltas" que os motoristas são obrigados a fazer para chegar ou sair da rodoviária.

A possibilidade de se fazer uma análise desse tipo (em função dos níveis de ruído a que certa área esta sujeita), demonstra a importância de se fazer um estudo da variação do ruído dentro do ambiente urbano de uma cidade. Tal estudo pode e deve, se usado corretamente, vir a melhorar a qualidade de vida de toda a população.

## 6. Referências Bibliográficas

ALEXANDRE, A. et alii (1975) *Road Traffic Noise* - Science Publishers, London, Paris.

BOWLBY, W.; WAYSON, R. L.; STAMMER JR., R. E. (1989)- *Predicting Stop-and-go Traffic Noise Levels* - National Cooperative

Highway Research Program Report 311. TRB - Transportation Research Board. Washington, D.C., USA.

**CREMONESI, J. F.** (1984) *Ruído Urbano*. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo pág. 157

**DENATRAM** (1980). *Departamento Nacional de Trânsito. Tráfico e Meio Ambiente*. Ed. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.

**DERÍSIO, J. C.** (1992) *Introdução ao Controle de Poluição Ambiental* - CETESB, São Paulo. SP.

**FACILITIES DEVELOPMENT MANUAL** (1995)- *State of Wisconsin Department of Transportation* .

**HARRIS, C. M.** *Handbook of Noise Control*. Mc Graw-Hill Book (1984)

**IBGE** - *Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Censo Demográfico de 1991*.

**LAZZARI, C. F. et alli** (1993) *Nova Coletânea de Legislação de trânsito* - 7a ed. Sagra - DC Luzzato, Porto Alegre, RS.

**THOMAS, R. D. et alli** (1972) *Urbanization and Environment* - Duxbury press, California USA.

**TOMMASI, L. R.** (1993) *Estudo de Impacto Ambiental* - São Paulo, SP: CETESB.

**VASCONCELLOS, E. A.** (1996) *Transporte Urbano nos Países em Desenvolvimento* - Unidas, São Paulo, SP.

---

<sup>1)</sup> Atualmente houve uma mudança no binário Rua Quinze de Novembro e Rua Carlos Botelho, onde as mãos de direção foram mudadas. Também a avenida São Carlos mudou, passando a ter sentido único de direção (Av. Getúlio Vargas - Cemitério), e as suas ruas paralelas Dona Alexandrina e Episcopal passaram a ter o mesmo sentido (Cemitério - Av. Getúlio Vargas).