



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VIIELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **ANÁLISE DE METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO SONORO**

**Mariene Benutti Giunta (1); Léa Cristina Lucas de Souza (2)**

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, marigiunta@hotmail.com

(2) Arquiteta, Professora do Departamento de Engenharia Civil, leacrist@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil, Rodovia Washington Luís

(SP-310), Km 235, CEP 13565-905 - São Carlos - São Paulo – Brasil, Tel.: (16) 3351 8261

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos países europeus, a adoção da Diretiva Européia de Ruído Ambiental do Parlamento Europeu e do Conselho e a obrigatoriedade em realizarem mapeamentos estratégicos de ruído de cidades com mais de 250.000 habitantes, levou a preocupação e atenção mais intensa aos aspectos sonoros da cidade.

Já no Brasil, os mapas de ruídos não são impostos pela legislação vigente, apenas normatizações como a NBR 10.151 e NBR 10.152 (ABNT), que indicam as condições para a aceitabilidade do ruído nas comunidades e quais os procedimentos para realizar as medições sonoras.

Porém apesar de não haver lei específica sobre os mapeamentos sonoros, já existem diversas pesquisas que estão aplicando os mapas estratégicos de ruído em diversas cidades do Brasil, por exemplo, Belém/PA (MORAES e LARA, 2003), no Rio de Janeiro/RJ (PINTO e MARDONES, 2008), Em Sorocaba/SP (COSTA e LOURENÇO, 2010), Curitiba/PR (CANTIERI et.al., 2010), como forma de viabilizar a melhora do ambiente acústico, visto que a poluição sonora causa a degradação do meio ambiente e da qualidade de vida do homem, podendo acarretar efeitos nocivos a saúde e ao sossego.

Alguns planos diretores municipais chegam a citar em suas políticas de desenvolvimento urbano ambiental, ou ainda na política de mobilidade urbana, parágrafos que incluem a promoção da diminuição da poluição sonora como item a ser realizado e prevêem sanções para aquele que exceder o ruído permitido (podem ser citados os exemplos da cidade de Araraquara-SP e Santo André-SP). Porém, não se vê a utilização de mapas estratégicos de ruído fazendo parte dos mapas estratégicos ambientais da cidade como um todo. Outro item dos planos diretores que incluem a problemática da poluição sonora é o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), também previsto no Estatuto da Cidade. O EIA passa ao empreendedor a responsabilidade de avaliar o impacto de seu empreendimento na vizinhança avaliando o tráfego, sobrecarga, adensamento, sombreamento e a poluição sonora gerada por este.

Os diversos mapeamentos realizados nas cidades brasileiras têm demonstrado que grandes partes destes municípios estão expostas a níveis de ruído superiores ao recomendado pela regulamentação brasileira. Assim os mapeamentos e os modelos de previsão acústica tem se mostrado uma ferramenta importante tanto nos momentos de diagnóstico da problemática, quanto no momento de ações para se prevenir ou para se obter resoluções.

### **2. OBJETIVO**

Este artigo tem como objetivo comparar um modelo de previsão acústica realizada através do modelo francês (NMPB Routes-96) com o auxílio do software Cadna-A, com o mapeamento sonoro obtido através de coleta de dados in loco em um bairro de uso residencial da cidade de Bauru-SP.

### **3. MÉTODO**

Em Bauru/SP, realizou-se o mapeamento sonoro através da plataforma SIG com realização das medições acústicas através do Medidor de pressão sonora tipo 1, modelo DEC 50-20 com filtro de frequência de oitava da marca INSTRUTHERM e de tráfego veicular nos três períodos de pico, 7h, 12h e 18h de terça a quinta-

feira, em 40 pontos espalhados na área de estudo (figura 1), além de identificar as diversas configurações de quadras quanto à altura, ocupação, índice de aproveitamento, volume construído, etc.

Em parceria com a pesquisa realizada, Silva (2010) realizou um modelo de previsão acústica para a mesma área, através do modelo francês (NMPB Routes-96) que é recomendado pela Diretiva 2009/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, com o auxílio do software Cadna-A.

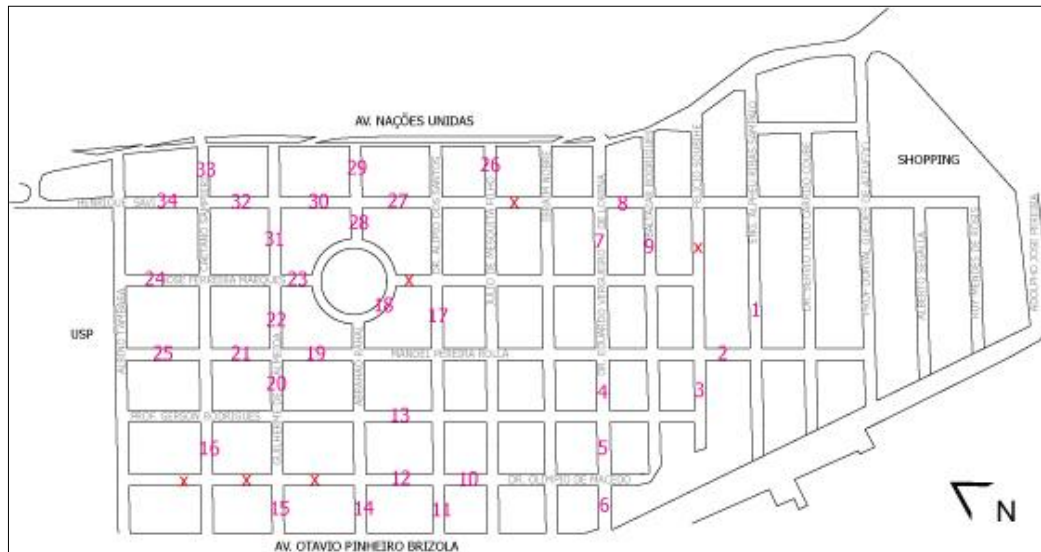


Figura 1 – Pontos de medição do bairro Vila Universitária, Bauru/SP.

O algoritmo do cálculo através do modelo NMPB Routes-96 considera o cálculo do nível sonoro equivalente de longa duração ( $L_{LT}$ ) e as condições meteorológicas da zona em estudo. Assim segundo este método, o nível sonoro para um período longo é calculado segundo a expressão:

$$L_{LT} = 10 \log [p \cdot 10^{L_F/10} + (1-p) \cdot 10^{L_H/10}] \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$L_{LH}$ : é o nível sonoro para condições meteorológicas homogêneas do local

$$L_{LH} = LW - A_{div} - A_{atm} - A_{solo,H} - A_{dif,H} - A_{ref} \quad \text{Equação 2}$$

$L_{LF}$ : é o nível sonoro para condições meteorológicas favoráveis do local

$$L_{LF} = LW - A_{div} - A_{atm} - A_{solo,F} - A_{dif,F} - A_{ref} \quad \text{Equação 3}$$

$p$ : é a ocorrência das condições meteorológicas favoráveis durante a propagação do som e assume valores entre  $0 < p < 1$ .

$LW$ : representa a potência acústica associada ao fluxo de tráfego rodoviário.

O cálculo da potência acústica  $LW$  associada ao tráfego é em função das características do tráfego (fluxo, composição e velocidade média do tráfego), bem como da tipologia e tipo de pavimento da estrada. Por simplificação de cálculo, os dados do tráfego relativos a duas categorias de veículos leves e pesados são tratados de uma forma agregada ponderando o fluxo de veículos pesados através de um fator de equivalência acústica entre os veículos.

E ( $A_x$ ) representa a potência acústica associada à fonte, com a atenuação devida à divergência geométrica ( $A_{div}$ ), a absorção pelo ar ( $A_{atm}$ ), a difração ( $A_{dif}$ ), os efeitos devido ao solo ( $A_{solo}$ ) e a absorção das superfícies verticais ( $A_{ref}$ ) nas quais o raio foi refletido no plano horizontal. (SILVA, 2010)

#### 4. RESULTADO PARCIAL

Para a validação do modelo a diferença dos valores entre coletado e modelados não devem ultrapassar  $\pm 3$  dBA, em áreas urbanas são aceitos  $\pm 4$  dBA. Para tanto, a figura 2 a seguir mostra o gráfico da diferença de

valores dos dois métodos utilizados: o realizado através da modelagem a partir do modelo de cálculo francês (NMPB Routes-96) com o auxílio do software Cadna-A e dados a partir da coleta medidos in loco.

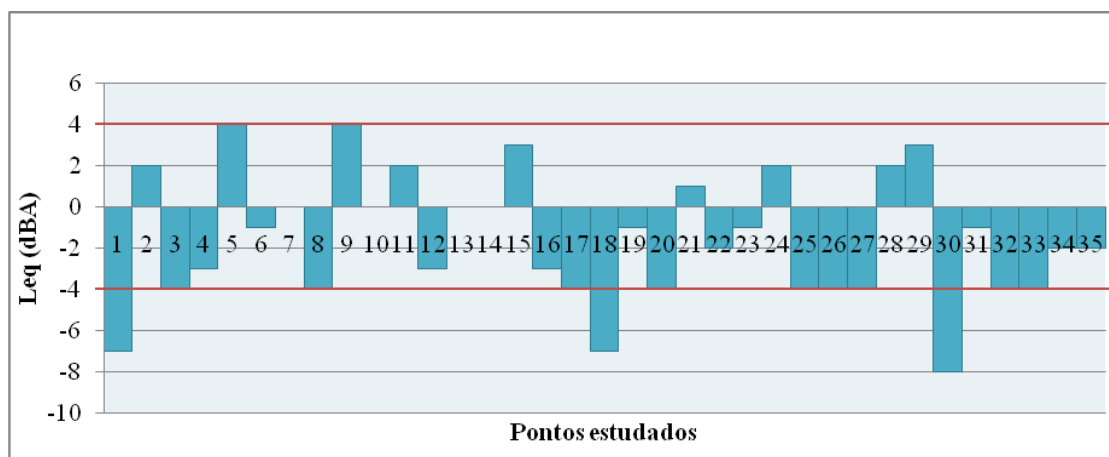


Figura 2- Diferença de valores entre os dados coletados e os dados modelados.

Nota-se uma proximidade entre os valores na maioria dos pontos estudados, com exceções de 3 pontos (1, 17 e 30) que se destacaram pela grande diferença entre o modelado e os obtidos através de medições. Dos 40 pontos estudados foram retirados seis por falta de dados de alguns dos modelos.

Os pontos que excederam a diferença podem ser explicados por ruídos não provenientes do tráfego como, por exemplo, pedestres passando, som de automóveis, construção, avião, ou outro tipo de interferência, ou ainda pelo tipo de veículo, já que nesse caso não se diferenciou se os veículos eram leves e pesados.

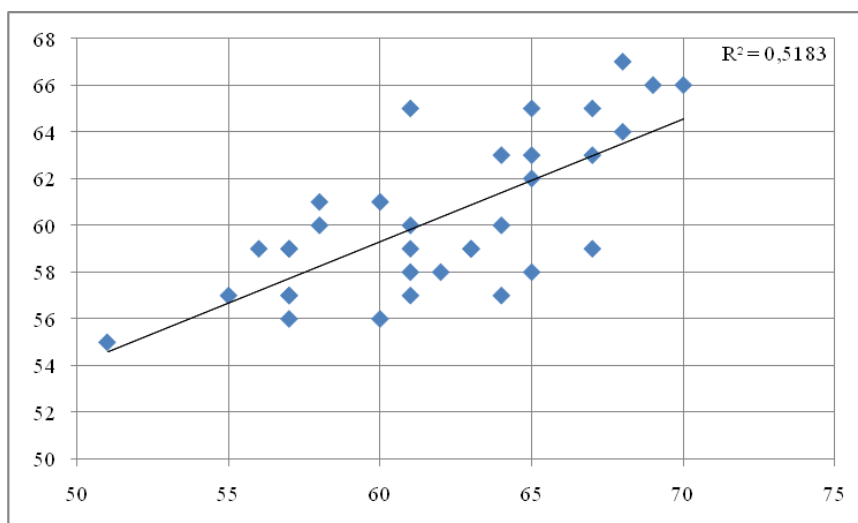


Figura 3- Correlação entre os dados coletados e os dados modelados.

Apesar das pequenas diferenças, quando aplicado aos dados o gráfico de dispersão (figura 3) e analisado a linha de tendência dos dados, verifica-se que o coeficiente de determinação é de  $R^2 = 0,518$ . Isto mostra a necessidade de validação do modelo, já que esse coeficiente indica o grau de correlação entre valores estimados e os dados reais.

Em pesquisa realizada em 2006/2007, foi realizada nova campanha de medição, nos mesmos pontos, com o mesmo aparelho e nos mesmos horários, para se obter uma análise comparativa dos dados dos anos anteriores com essa nova base de dados. Na figura 4 observa-se os valores dos dados coletados em 2004/05, o modelado, e a coleta de 2006/07 e ainda o valor de 55 dBA indicada pela NBR 10.151, que foi adicionada como parâmetro de aceitabilidade do ruído em áreas mistas, predominantemente residencial.

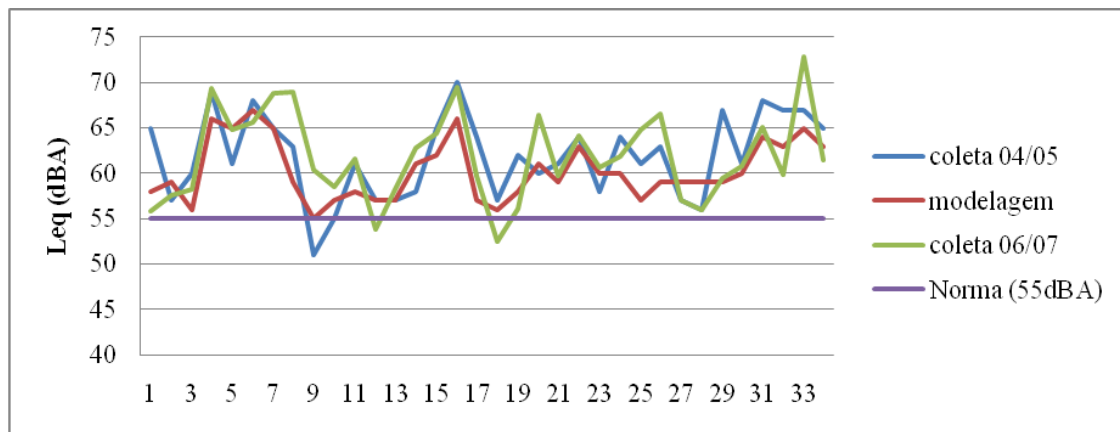


Figura 4- Dados de pressão sonora coletadas, modelada e ideal.

Em relação às normatizações brasileiras, os valores medidos e os calculados em grande maioria excedem a aceitabilidade de ruído, que deveriam estar até 55dBA. Mostrando a necessidade de ampliar estudos visando à poluição sonora nos ambientes urbanos, e ainda a necessidade de estar dentro do planejamento urbano ambiental e nos planos de mobilidade essa preocupação.

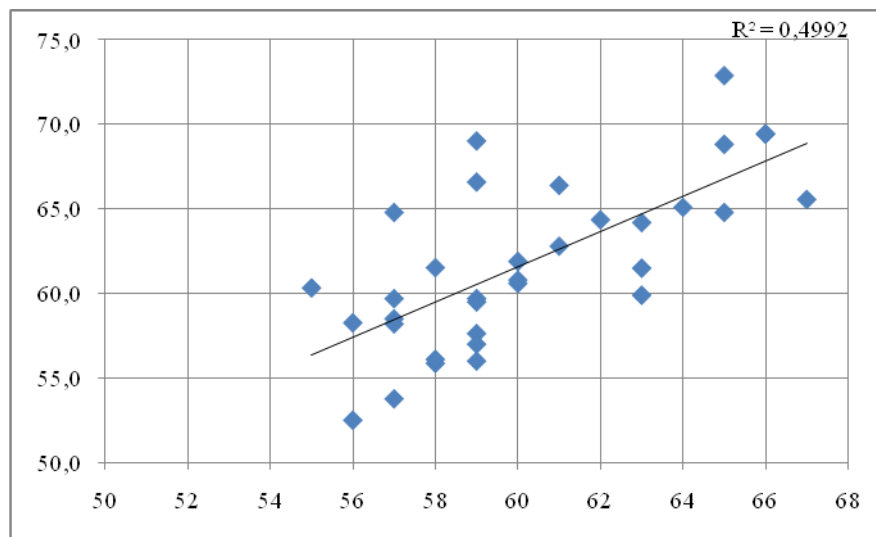


Figura 5– Correlação entre os dados da coletado de 2006/07 e o modelado.

Ao realizar o gráfico de dispersão para os dados da campanha de 2006/07 e os dados obtidos através do modelo a base dos cálculos (figura 5), verifica-se que o coeficiente de determinação é de  $R^2=0,4992$ , diminuindo ainda mais a correlação entre eles. Mostrando que o modelo não pode ser validado através do coeficiente de determinação, e a necessidade de se ampliar os estudos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. NBR 10.151 – Jun/2000.
- CANTIERI, E.; CATAI, R. E.; AGNOLETTI, 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 on-line.* Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC/ Vol. X/ Num.I/ 2010
- COSTA, S. B.; LOURENÇO, R. W. **Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil.** *Environmental Monitoring and Assessment*, 2010.
- MORAES, Elcione; LARA, Leyla; TOGUCHI, Leano; PINTO, Aretuza. **Mapa de ruídos da zona comercial de Belém, uma parcela do Mapa de ruídos da cidade de Belém – Brasil.** *Tecni Acustica.* Bilbao, 2003.
- PINTO, F.A.N.C; MARDONES, M.D.M. **Noise mapping of densely populated neighborhoods – example of Copacabana, Rio de Janeiro – Brazil.** *Environmental Monitoring and Assessment.* Vol. 155, 309-318.2009.
- SILVA, Angela Manuela Carvalho da Silva. **Mapa de Ruído do Bairro “Vila Universitária” Bauru, Brasil - Situação de Pico.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Portugal. 2010.