

# **AValiação DA INFLUÊNCIA DA DIVISÃO MODAL DO TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NOS NÍVEIS DE RUÍDO EM CENTROS URBANOS**

**Frederico Rodrigues**

**Carlos Davi Nassi**

**Suzana kahn**

PET/COPPE/UFRJ

## **RESUMO**

Premissas de planejamento de transporte buscam meios de incentivar modos de transporte coletivo com intuito de minimizar as patologias e impactos do excesso de veículos particulares em circulação. Neste contexto, existe a questão da poluição sonora nas cidades que está diretamente ligada ao volume de tráfego nas vias, bem como aos tipos de veículos, além de uma série de outras variáveis independentes. Atualmente não se pode inferir com certeza quais seriam os impactos nos níveis sonoros nos centros urbanos, proveniente de uma bem sucedida medida de incentivo à utilização de modos de transporte coletivo, prioritariamente o ônibus. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar o andamento da tese de doutorado que visa desenvolver uma ferramenta de modelagem e aplicá-la, em um estudo de caso hipotético, para verificar quais seriam os impactos nos níveis de ruído oriundos do tráfego, em virtude de alterações na divisão modal do transporte de passageiros em centros urbanos.

## **1. INTRODUÇÃO**

Estudos realizados mostram que na composição do tráfego, os veículos pesados (ônibus e caminhões) são as fontes sonoras mais potentes (VALADARES, 2003). Recentemente, em uma pesquisa realizada por Can *et al.* (2008) foi mostrada que a relação de potência sonora entre veículos pesados e leves é igual a 9,12. Ao se fazer uma avaliação do ruído gerado por cada um destes modos, correlacionando com o total de pessoas transportadas, chega-se a uma produção per capita de ruído inversa, no que diz respeito a modos de transporte mais ruidosos. Isto é, o automóvel (menor potência sonora) emite mais ruído per – capita do que os ônibus (maior potência sonora).

Com base nessas peculiaridades somos instigados a realizar uma pergunta: “Seria possível então diminuir os níveis de ruído presentes em centros urbanos, em específico, os brasileiros, a partir de alterações na divisão modal do transporte de passageiros, basicamente entre os automóveis<sup>1</sup> e ônibus?” Baseado na referida indagação, norteia-se esta pesquisa.

## **2. OBJETIVO E HIPÓTESES A SEREM VERIFICADOS PELA PRESENTE PESQUISA**

O objetivo desta tese é identificar quais seriam os impactos que alterações na divisão modal do transporte de passageiros em centros urbanos provocariam nos níveis de ruído emitidos, focados, a priori na transferência de usuários do automóvel, e também motocicletas, para o ônibus.

Acredita-se ser possível diminuir os níveis médios de ruído presentes nos centros urbanos através da alteração da divisão modal. Procedimentos e modelagens iniciais mostraram que existe uma tendência de queda nos níveis de ruído, mesmo aumentando a proporção de ônibus em circulação (RODRIGUES *et al.*, 2008), conforme poderá ser visto no item posterior.

Um ponto a ser verificado é que pode haver um ponto de inflexão na curva que relaciona a divisão modal do transporte de passageiros em centros urbanos com os níveis sonoros

---

<sup>1</sup> Primordialmente avaliar-se-á os impactos da transferência modal entre automóveis e ônibus somente, mas também será analisada a influência das motocicletas.

emitidos. Isto é, alterações dos níveis de ruído só serão percebidas com certo grau de relevância a partir de um determinado percentual de transferência modal.

No entanto, ainda existe a possibilidade, que pode vir a ser verificada, que mesmo com significativas alterações na divisão modal do transporte de passageiros nas cidades (transferindo usuários dos automóveis para os ônibus), a diminuição nos índices de ruído de tráfego seja mínima ou inexistente.

A Figura 1 apresenta resumidamente as possíveis conclusões a que se pode chegar ao final da pesquisa, quais sejam (I) Só existe alteração nos níveis de ruído para significativas alterações de divisão modal, (II) A alteração na divisão modal já é percebida para pequenas alterações, e (III) Mesmo com alterações da divisão modal, não há diminuição dos níveis de ruído (ou diminuição mínima), podendo inclusive haver aumento em determinadas composições da classificação veicular presente.

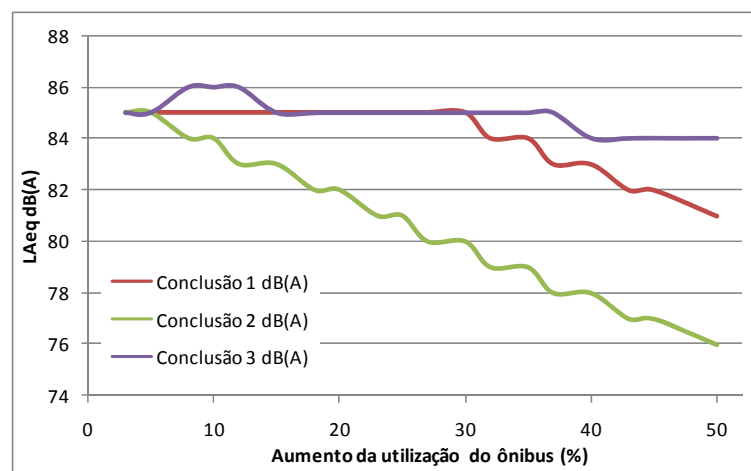


Figura 1 – Hipóteses a serem verificadas com o presente trabalho

### 3. PROCEDIMENTOS E CONCLUSÕES INICIAIS

Para avaliação das hipóteses a serem verificadas no presente trabalho desenvolver-se-á um modelo de predição de ruído que seja sensível a significativas diminuições de volumes de tráfego. No entanto, estudos iniciais foram feitos com cinco modelos existentes na bibliografia específica, conforme pode ser visto a seguir:

1. (SILVA, 1998)

$$L_{eq} = 62,044 + 1,779 \cdot \text{LogVL} + 8,282 \cdot \text{LogVP} \quad (1)$$

2. (DEPARTMENT OF TRANSPORT, 1988)

$$L_{10} = (10 \text{Log}.Q) + 33 \text{Log}(V + 40 + (500/V)) + 10 \cdot \text{Log}(1 + (5 \cdot ((Q_p/Q)) / V)) - 26,6 \quad (2)$$

3. (CALIXTO et al., 2003)

$$L_{eq} = 7,7 \cdot \text{Log}Q \cdot (1 + 0,095 \cdot (100 \cdot V_p / Q)) + 43 \quad (3)$$

$$L_{90} = 10,2 \cdot \text{Log}Q \cdot (1 + 0,095 \cdot (100 \cdot V_p / Q)) + 27,1 \quad (4)$$

4. (GALLOWAY et al. Apud STEELE, 2001)

$$L_{50} = 20 + 10 \cdot \text{Log}(Q \cdot (V/1,3)) / d + 0,4 \cdot (100 \cdot V_p / Q) \quad (5)$$

Onde:

VL é veículo leve; VP é veículo pesado; Q e V é fluxo; V é velocidade; d é distância.

As conclusões iniciais mostraram que, mesmo os modelos não sendo tão sensíveis a significativas variações de volume veicular, houve diminuição nos níveis de ruído nas três configurações simuladas, a saber, (I) utilizando somente ônibus comuns, (II) utilizando 50% de ônibus elétricos e (III) utilizando 100% de ônibus elétricos. A Figura 2 exemplifica as reduções percebidas pelos modelos na configuração I, a que obteve os menores índices de redução.

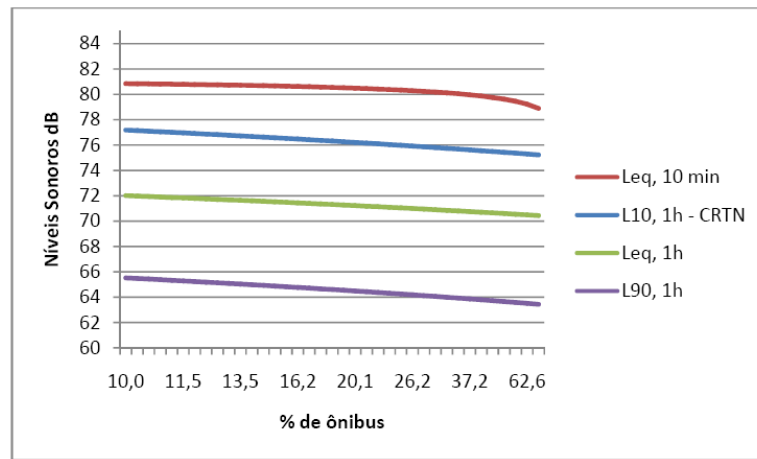


Figura 2 – Reduções percebidas na configuração 1

A redução média foi de cerca de 2 dB. Este procedimento inicial realizado corroborou a necessidade de se calibrar um modelo específico que seja mais sensível a significativas variações de volume de tráfego para poder verificar a potencial diminuição dos níveis sonoros.

## 4. METODOLOGIA DE TRABALHO

### 4.1. Área de Estudo

O trabalho proposto no presente documento terá como área de estudo a cidade de Belo Horizonte-MG. As medições de ruído serão realizadas de acordo com as recomendações prescritas pela Norma NBR 10151 (ABNT, 2000). Serão mensurados o Nível Sonoro Equivalente (Leq), Máximos, Mínimos e Níveis Percentis (Ln).

### 4.2. Desenvolvimento do Modelo de Predição de Ruído (Leq)

Um dos pontos chave do trabalho é a calibração do modelo que será utilizado para investigar os possíveis efeitos de alterações da divisão modal no transporte de passageiro. Será realizada uma investigação profunda da relação entre indicadores de engenharia de tráfego e ruído gerado, uma **contribuição inovadora da tese**.

O modelo que será calibrado no presente trabalho verificará a correlação com uma série de parâmetros potencialmente explicativos, conforme pode ser visualizado na equação a seguir:

$$L_{eq} = f(Q_l, Q_c, Q_b, Q_m, GS, v, d, f, n_f, l_v, D_m, v_g, s, p_o, r, cp, tp, a_r) \quad (6)$$

Onde:

- $Q_l, Q_c, Q_b, Q_m$  são, respectivamente, o fluxo de veículos leves, caminhões, ônibus e motocicletas;

- $GS$  é o grau de saturação da via;
- $v$  é a velocidade média do fluxo;
- $d$  é a densidade do fluxo de tráfego;
- $f$  é formação de filas;
- $n_f$  é nº de faixas de tráfego;
- $l_v$  é a largura da via, considerando as edificações lindeiras (superfícies refletoras)
- $D_m$  é a distância entre a fonte e o medidor;
- $v_g$  é vegetação;
- $s$  é semáforo;
- $p_o$  é ponto de ônibus;
- $r$  é rampa;
- $cp$  é conservação do pavimento;
- $tp$  é tipo de pavimento;

## 5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

Uma vez calibrado o modelo de predição de ruído de tráfego urbano, o mesmo será aplicado a fim de se avaliar o comportamento do ruído em corredores em função de possíveis transferências modais. A partir deste procedimento será possível avaliar gradativamente os efeitos nos níveis sonoros e, desta forma, concluir o objetivo do trabalho e responder a questões tais como: Quais são os impactos nos níveis sonoros em centros urbanos caso sejam contempladas as premissas mundiais de gerenciamento da mobilidade de transferência modal para meios de transporte coletivo? É possível diminuir os níveis sonoros nas cidades se mais pessoas utilizassem ônibus? Existe um patamar a partir do qual a transferência modal não tem mais efeitos ou ainda existe um patamar somente a partir do qual a transferência modal tem algum efeito nos níveis sonoros? Independente de se diminuir os níveis sonoros médios, o incômodo gerado aumenta? Qual a ordem de grandeza de variação dos níveis sonoros para transportar a mesma quantidade de usuários em diferentes configurações de divisão modal? A utilização da bicicleta contribuiria? A partir de qual patamar de utilização?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2000). NBR-10151: *Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade*. ABNT.
- CALIXTO, A et al., “Modelamento Matemático da Emissão Sonora em Rodovias Federais que Adentram Áreas Urbanas”, Revista de Acústica. Vol. 34, 2003.
- CAN, A., LECLERCQ, L., & LELONG, J. (2008). “Dynamic Estimation of Urban Traffic Noise: influence of traffic and noise source representations”. Applied Acoustics, Volume 69 (Número 10), pág. 858-867.
- DEPARTMENT OF TRANSPORT (DOT) – Welsh Office. “Calculation of Road Traffic Noise-CRTN”. HMSO, 1988.
- RODRIGUES, F., NASSI, C., PORTUGAL, L., BALASSIANO, R., & RESENDE, C. (2008b). “Assessments of the Impacts in the Traffic Noise in Urban Centers by Changing Modal Split: Simulation with Macroscopic Models”. In: 37° International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Inter-Noise 2008. Shanghai, China.
- SILVA, G. C. “Tráfego, monóxido de carbono e ruído em áreas urbanas: o caso da cidade de Florianópolis.” Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, 1998) – CTC/CPGEC/UFSC.
- STEELE, C., “A Critical Review of Some Traffic Noise Prediction Models”. In: Applied Acoustics, 2001. Arquivo eletrônico disponível em [www.elsevier.com/locate/apacoustic](http://www.elsevier.com/locate/apacoustic). Acesso em 04/03/2001.
- VALADARES, V. M., & SUYAMA, E. (2003). “Traffic Noise on Arterial Street in Belo Horizonte City: a Comprehensive Database”. In: 32° International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Inter-noise 2003.