

# **RUÍDO EM TERMINAIS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO: UM ESTUDO DE CASO**

**Frederico Rodrigues<sup>1</sup>**

**Carlos David Nassi<sup>1</sup>**

**Karla Cristina Rodrigues da Silva<sup>2</sup>**

**Lucas Lage<sup>2</sup>**

**Carlos Alberto Faria<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Programa de Engenharia de Transportes – COPPE

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>3</sup> Universidade Federal de Uberlândia - FECIV

## **RESUMO**

Em centros urbanos, os impactos oriundos dos sistemas de transporte assumem uma importância significativa no que se refere à questão ambiental. Neste contexto, a implantação de um terminal de transporte coletivo origina uma série de impactos que alteram a qualidade do ambiente em seu entorno, bem como dentro do próprio terminal. Isto é, a concepção arquitetônica destes locais tende a agravar os problemas relativos à poluição sonora em seus interiores, em função da reflexividade das superfícies, tais como paredes, tetos e etc, o que aumenta as chances destes ambientes se tornarem insalubres, no que diz respeito a níveis de ruído. Dessa forma, o presente trabalho realizará uma análise a respeito dos níveis de ruído presentes nos terminais de transporte coletivo na cidade de Belo Horizonte, com objetivo de mensurar as condições de insalubridade à que a população que utilizam esse serviço está exposta diariamente. Em suma, as conclusões mostram que os níveis estão acima do que é recomendado pela legislação brasileira pertinente.

## **ABSTRACT**

In Brazil it is well known that air and noise pollutions originated from public transportation contribute significantly to the total pollution of the urban environment. As a result, the quality of life is becoming deteriorated. Urban terminals produce high levels of noise pollution which may produce an effect on people inside and outside those terminals. In fact, the whole situation might be worsened if the architectural characteristics of nearby buildings are not adequate. The main aim of this paper is to assess whether or not the noise levels generated inside the bus terminals in the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, may be considered unhealthy. The results show that the noise levels are above than the recommended for the Brazilian laws.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os processos relacionados ao transporte em centros urbanos tendem a causar impactos que podem comprometer a qualidade ambiental, seja pelos processos gerados a partir do fluxo de veículos e pessoas, seja pela infra-estrutura mínima exigida para sua operação. Esses processos interferem substancialmente na qualidade de vida das comunidades. Dentre tais impactos, destacam-se aqueles relacionados à qualidade do ar (poluição atmosférica) e aos níveis de ruídos gerados (poluição sonora).

No ambiente urbano, os impactos oriundos do transporte de pessoas e veículos assumem uma importância significativa no que se refere à qualidade ambiental. Sendo assim, vem-se consolidando gradualmente a importância do planejamento urbano e regional no intuito de detectar, prever e minimizar os impactos oriundos de sistemas de transportes.

O Estatuto da Cidade (Lei nº10.257 / 2001), que regulamenta o capítulo da Política Urbana na Constituição Federal de 1988 (Estatuto da Cidade), prevê a obrigatoriedade da implantação de sistemas integrados de transporte urbano para todas as cidades com população superior a 500 mil habitantes, tal qual é o caso da cidade de Belo Horizonte. Os terminais de transporte coletivo, nesse contexto, assumem uma importância fundamental para a garantia da operacionalidade dos sistemas, pois sustentam parcela vital da infra-estrutura logística do fluxo de passageiros.

A cidade de Belo Horizonte tem passado por uma reestruturação de seu sistema de transporte coletivo de passageiros. O atual plano vem sendo aprimorado desde e está sendo remodelado a partir das diretrizes de desenvolvimento estabelecidas pelo Plano Diretor da cidade. Alguns dos principais objetivos da reestruturação são:

- Induzir maior nível de descentralização urbana;
- Reduzir os tempos das viagens;
- Implantar a integração tarifária e o sistema de bilhetagem eletrônica;
- Melhorar as condições ambientais nos corredores e na área central da cidade.

O novo sistema está baseado no atendimento à demanda através de serviços de grande capacidade (metrô) e de média capacidade (serviços troncais para o subsistema sobre pneus) interligados por terminais de integração. Além disso, melhorias para circulação dos ônibus têm sido feitas visando diminuir os tempos de viagem, dando prioridade ao transporte público. Os três principais corredores já foram tratados: a Avenida Cristiano Machado, com cerca de 11 km de pista exclusiva, a avenida Amazonas, que dispõe de 10 km de faixas preferenciais e a avenida Antonio Carlos, com 4,1 km de pista exclusiva para o transporte coletivo, obra recentemente concluída pela prefeitura de Belo Horizonte.

No atual projeto estão previstos nove terminais que funcionarão como estações de integração para os bairros. Destas, quatro irão operar no modo intramodal (integrando apenas linhas de ônibus), conforme listadas a seguir:

- Pampulha;
- Alípio de Melo;
- Diamante;
- Venda Nova.

Os outros cinco terminais irão operar na categoria intermodal (integrando linhas de ônibus e metrô) conforme estão mostrados a seguir:

- Vilarinho;
- São Gabriel;
- José Cândido da Silveira;
- Barreiro;
- Salgado Filho.

Além desses terminais, estão previstas ainda, a construção de instalações especiais (pequenas estações) para a transferência de passageiros na área central da cidade, junto às estações do metrô, Lagoinha e Central.

Contudo, a implantação de um terminal de transporte coletivo ocasiona uma série de impactos que alteram a qualidade ambiental do lugar, conforme já mencionado, sobretudo em dois

momentos, a saber: (1) na área de entorno à sua instalação; (2) em seu ambiente interno. Nessas instalações, a arquitetura tende a restringir a dispersão dos poluentes atmosféricos e dos ruídos ocasionados pelo tráfego de veículos, visto que as estruturas semi-fechadas, características desses terminais, funcionam como superfícies refletoras de ondas sonoras (RODRIGUES et al., 2006). Dessa forma, tais impactos podem representar uma situação de insalubridade para as pessoas que estão continuamente expostas.

Neste trabalho, portanto, realizar-se-á uma análise a respeito dos níveis de ruído presentes nos terminais de transporte coletivo na cidade de Belo Horizonte, mensurando os riscos à saúde da população que utiliza os terminais diariamente.

## **2. MEDIÇÃO DE RUÍDOS NOS TERMINAIS**

As medições de ruído foram realizadas de acordo com as recomendações prescritas pela Norma NBR 10151 (ABNT, 2000). Dessa forma, o medidor de nível de pressão sonora foi posicionado à altura de 1,20 m do chão e distante no mínimo 1,50 m de paredes e/ou superfícies que poderiam refletir de alguma forma as ondas sonoras. Utilizou-se esta Norma Técnica como referência por ser a mais comumente utilizada pelos pesquisadores de ruído urbano no país. Um ponto positivo desta Norma Brasileira é que suas prescrições são bastante similares a Normas Internacionais já conceituadas como, por exemplo, a ISO11819-1 “*Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise*” (2001).

As medições de ruído e contagem simultânea do fluxo de veículos nos terminais foram realizadas em dias de semana nos meses de dezembro de 2004, março e abril de 2005. O período de medição foi de 3 horas em cada terminal e o horário escolhido foi entre 16:00h e 19:00h, pois desta forma coletou-se dados de ruído e tráfego no horário de pico do sistema.

Para a realização das medições foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora do tipo 2 da marca Lutron, modelo SL-4001. Sua precisão é suficiente para este tipo de medição, visto que o erro apresentado pelo medidor é de aproximadamente 3 dB, para mais ou menos. Para garantir a veracidade dos dados coletados, o medidor de nível de pressão sonora foi calibrado no início de cada medição, através de um procedimento interno do próprio aparelho.

Os dados de ruído foram obtidos com o medidor de nível de pressão sonora no modo “FAST” (o nível de ruído é coletado a cada 125 ms), conforme recomendações da Norma NBR 10151 (ABNT, 2000). Durante as 3 horas ininterruptas foram anotados os valores de ruído encontrado em intervalos de 15 segundos. Simultaneamente à medição do ruído foi contabilizado o fluxo de veículos nos terminais em intervalos de 5 minutos. Os dados de pressão sonora foram ponderados na curva “A”, conforme recomendações da NBR 10151 (ABNT, 2000).

Tentou-se posicionar o medidor de nível de pressão sonora mais ao centro de cada um dos terminais em estudo, ou seja, na baía mais central. Devido à largura das plataformas variarem de terminal para terminal, não se fixou a distância entre a fonte (ônibus) e o receptor (medidor de nível de pressão sonora), ao invés disso, o medidor foi posicionado no centro das plataformas, equidistantes dos corredores de tráfego.

No presente trabalho, não se levou em consideração a influência de variáveis meteorológicas como, por exemplo, velocidade do ar e temperatura. Apesar de estes parâmetros terem

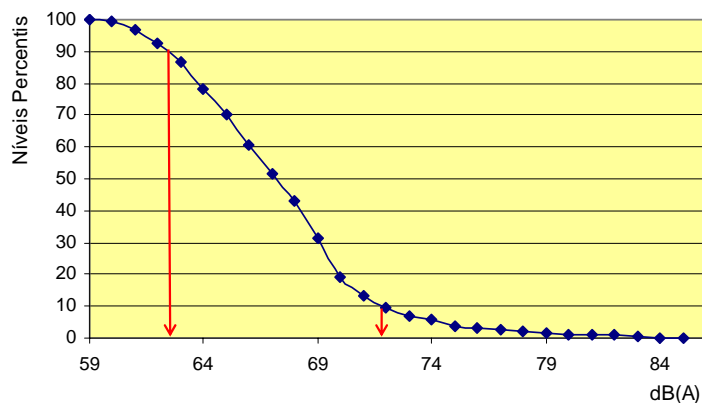
influência sobre o ruído, acredita-se que para o caso específico dos terminais, suas contribuições são pequenas no efeito total do ruído. Além disso, o acesso a equipamentos que mensurassem estas variáveis poderia inviabilizar a pesquisa nos terminais.

### 3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1. Estação São Gabriel

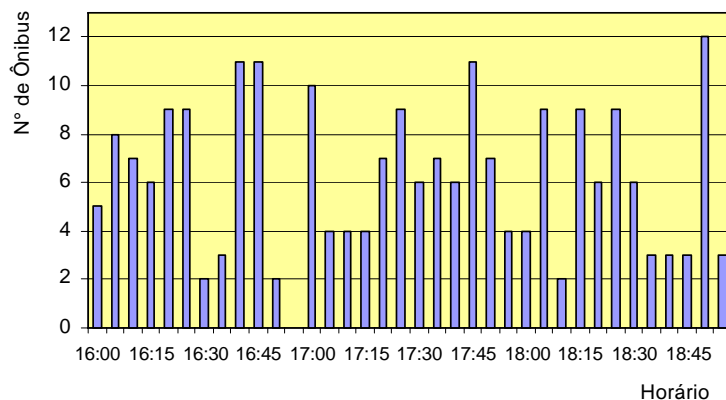
Esse terminal foi o que apresentou os menores indicadores de ruído. O nível Sonoro Equivalente (Leq,5min) por diversas vezes foi menor do que 70 dB(A), valor máximo recomendado pela NBR 10151 (ABNT, 2000). Porém, houve intervalos cujo Leq,5min atingiu 75dB(A).

Segundo Gerges (1992) além do nível de pressão sonora, o parâmetro tempo de exposição também é de extrema relevância em uma análise de ruído. Portanto a Figura 1 mostra os níveis percentuais de permanência para os diversos níveis de ruído neste terminal, com destaque para o L90 e o L10 (ruído de fundo e picos de ruído), 62,5 e 71,9 dB(A) respectivamente.



**Figura 1:** Níveis percentis observados com destaque para o L10 e o L90

Paralelamente, conforme pode ser visto na Figura 2, o número de ônibus neste terminal variou entre 0 e 12 veículos em intervalos de cinco minutos durante as três horas de medição de ruído.

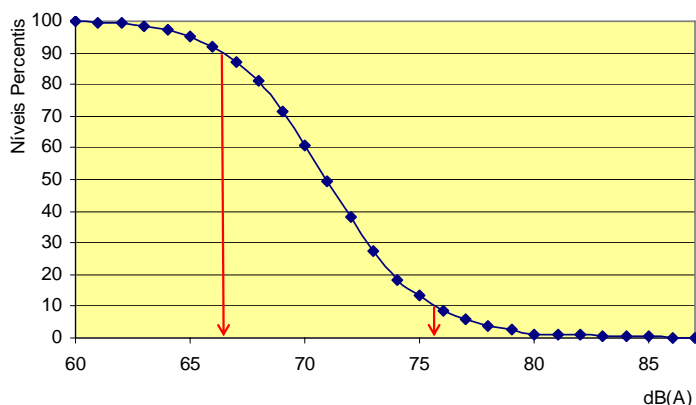


**Figura 2:** Fluxo de ônibus em intervalos de cinco minutos

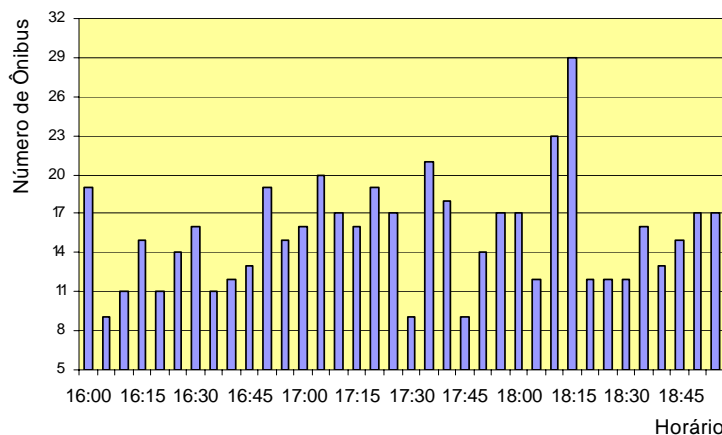
Foram contabilizados além dos ônibus que estavam em trânsito, e vinham de fora do terminal, os ônibus que iniciavam suas viagens a partir do pátio dentro do terminal, pois ambos passavam pelas plataformas onde estava posicionado o medidor de nível de pressão sonora.

### 3.2. Estação Diamante

Os valores encontrados para os Níveis Sonoros Equivalentes (Leq,5min) para esse terminal estiveram praticamente todos acima de 70 dB(A), apresentando alguns valores acima de 77 dB(A), sendo que o menor valor foi pouco abaixo de 70 dB(A). A Figura 3 apresenta os níveis percentis do ruído durante o tempo de medição. É possível observar que a curva apresenta-se bem definida com variação uniforme, sendo que o L10 ficou acima de 75 dB(A), enquanto o L90 ficou pouco acima de 66 dB(A). A Figura 4 mostra a variação do fluxo de ônibus durante as medições. Cada amostra é para um intervalo de cinco minutos. O volume de veículos neste foi maior, sendo que o menor número de ônibus observado foi igual a 9 veículos, sendo que o maior foi 29.



**Figura 3:** Níveis percentis observados com destaque para o L10 e o L90



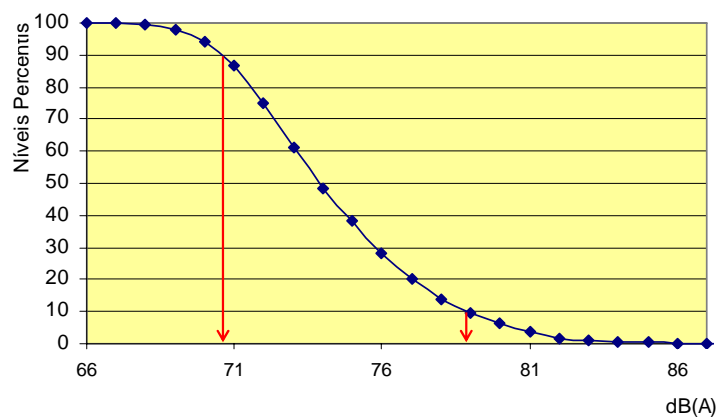
**Figura 4:** Fluxo de ônibus em intervalos de cinco minutos

### 3.3. Estação Barreiro

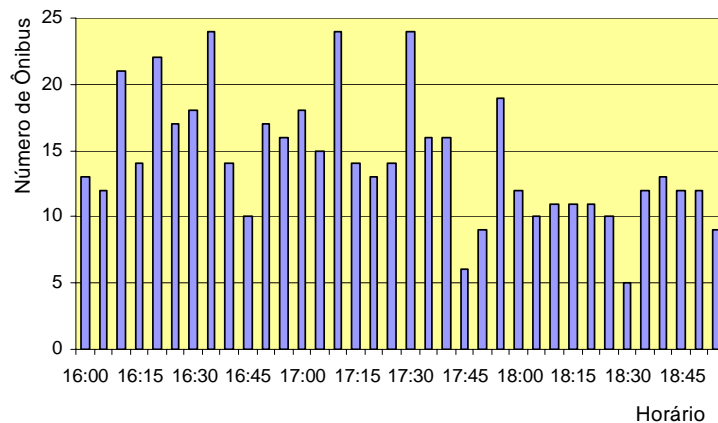
Nesse terminal, todas as amostras de Leq,5min determinadas para o período de medições estiveram acima de 70 dB(A), valor preconizado pela NBR 10151 (ABNT, 2000) como limite para ruído de tráfego em áreas urbanas no Brasil. O menor valor observado para o Leq,5min foi igual a 72 dB(A), e os maiores valores estiveram pouco acima de 77 dB(A).

A frequência de ocorrência dos níveis de ruído neste terminal segue uma distribuição simétrica limitada entre os níveis 67 e 87 dB(A) com maior ocorrência para os níveis de 73 e 74 dB(A). Na Figura 5 é possível verificar que a variação dos níveis percentis em função dos níveis de ruído é suficientemente uniforme, com valores de L90 e L10, respectivamente 70,7 e 78,9 dB(A).

A Figura 6 é referente ao fluxo de ônibus na estação Barreiro durante a realização das medições de ruído. Neste é possível verificar que para cada intervalo de cinco minutos observados, o menor número obtido foi de 5 veículos enquanto o maior foi 24 veículos. A partir de uma amostra correspondente ao intervalo de 18:05h a 18:10h, há uma tendência do fluxo de ônibus diminuir com relação às amostras anteriores, o que possivelmente caracteriza uma diminuição do fluxo de pessoas dentro da estação pelo fato de já não ser mais o horário de pico.



**Figura 5:** Níveis percentis observados com destaque para o L10 e o L90



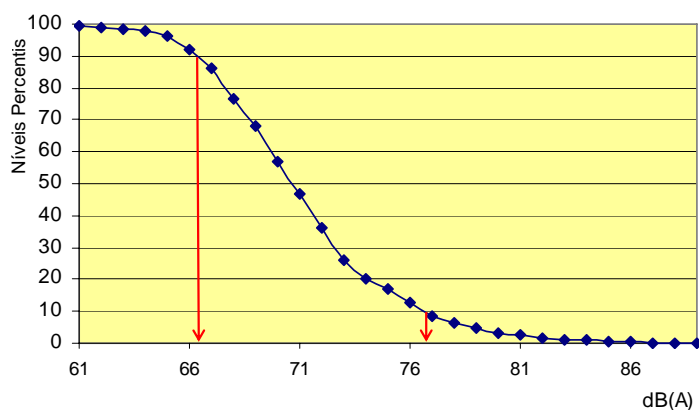
**Figura 6:** Fluxo de ônibus em intervalos de cinco minutos

### 3.4. Estação Venda Nova

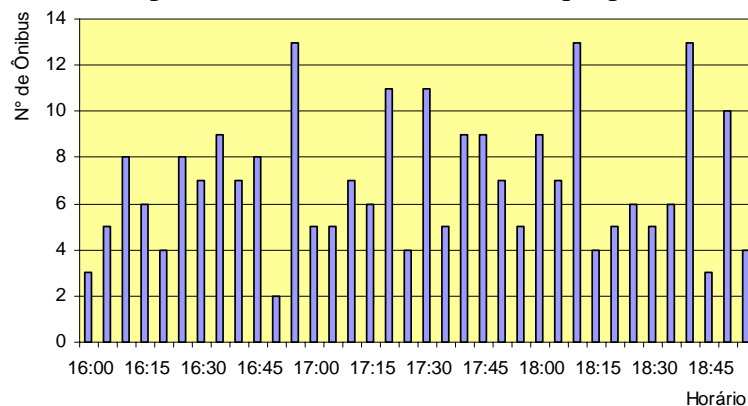
Os maiores valores dos níveis sonoros equivalentes calculados para cada intervalo de cinco minutos durante as três horas de medição de ruído ficaram próximo a 78 dB(A) e o menor esteve em torno de 69 dB(A). A frequência de ocorrência de níveis de ruído para esse terminal segue praticamente uma distribuição do tipo simétrica, apresentando algumas pequenas discrepâncias, nos níveis 68 e 75 dB(A). A maior ocorrência foi para o nível de 70 dB(A).

Na Figura 7 é possível ver os níveis percentis. Estes possuem uma variação quase que uniforme para todos os níveis de ruído, apresentando uma pequena inflexão para 75 dB(A). Os níveis percentis L10 e L90 encontrados foram, respectivamente, 76,8 e 66,4 dB(A).

A Figura 8 apresenta o fluxo de veículos na estação para cada um dos intervalos de cinco minutos para os quais se calculou os Leq, 5min's. É possível ver que o menor fluxo observado foi de 2 ônibus, e os maiores fluxos foram de 13 veículos/5min.



**Figura 7:** Níveis percentis observados com destaque para o L10 e o L90



**Figura 8:** Fluxo de ônibus em intervalos de cinco minutos

#### 4. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Conforme esperado, o terminal com o maior fluxo de veículos obteve os maiores valores de nível de ruído, corroborando a relação direta entre fluxo e ruído. Nos modelos de predição de ruído de tráfego, a variável independente mais relevante é sempre o volume de veículos (RODRIGUES et al. 2008). Na Tabela 1 são apresentados os valores de Nível Sonoro Equivalente (Leq) para cada um dos terminais, bem como o menor valor durante as medições ( $L_{\min}$ ), o maior valor ( $L_{\max}$ ) e os níveis percentis L10 e L90.

**Tabela 1:** Parâmetros de ruído identificados para cada terminal expressos em dB(A)

Estação	$L_{eq, total}$	$L_{min.}$	$L_{max.}$	$L_{10}$	$L_{90}$
São Gabriel	70,2	65	75	71,9	62,5
Diamante	73,1	65	77	75	66
Barreiro	76,4	72	77	78,9	70,7
Venda Nova	74,3	69	78	76,8	66,4

Foi possível constatar, durante as medições, que os maiores picos de ruído ocorrem devido a dois fatores: (1) a elevada rotação dos motores dos ônibus e (2) descompressão dos sistemas de freio a ar dos mesmos.

De forma geral, conclui-se que os níveis de ruído na hora de pico no interior dos terminais estão além dos limites recomendados pela NBR 10151 para ruído de tráfego, que é 70 dB(A).

Preliminarmente, pode se inferir que o investimento em tecnologia dos veículos, contribuiria para minimizar a poluição sonora no interior dos terminais, visto que os ônibus mais modernos tendem a emitir menos ruído. Neste contexto, a utilização de materiais acústicos com características absorvedoras pode minimizar a reflexão de ondas sonoras, que por sua vez também reduziria os níveis de ruído nestes locais.

Outra alternativa que pode contribuir para que se alcance resultados mais favoráveis consiste na adoção de medidas de caráter educacional. Tais medidas devem se concentrar, sobretudo, na sensibilização dos próprios motoristas, orientando-lhes a não elevarem os giros dos motores dos ônibus de forma desnecessária.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABNT (2000) NBR 10151. Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Gerges, S. N. Y. (1992) “Ruído, Fundamentos e Controle”. Universidades Federais de Santa Catarina.
- ISO11819-1 “Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise”, 2001.
- Rodrigues, F. (2006). Análise de Ruído em Terminais de Transporte Coletivo Urbano: Desenvolvimento de Modelos de Previsão, Dissertação de Mestrado, 136 p. Uberlândia: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia.
- Rodrigues, F. Nassi, C. D., Portugal, L. Balassiano, R., Resende, C. (2008) Assessment of the Impacts in the Traffic Noise in Urban Centers by Changing Modal Split: Simulation with Macroscopic Models. In: Proceedings of 37th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Internoise 2008. Shangai, China.