

# **METODOLOGIA DE ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DO RUÍDO DE TRÁFEGO EM TERMINAIS DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA**

**Roger Cajazeiras Silveira**

**João Alencar Oliveira Júnior**

Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes – PETRAN

Departamento de Engenharia de Transportes – DET

Universidade Federal do Ceará – UFC

## **Resumo**

O processo de urbanização das grandes cidades e o aumento das viagens motorizadas tem agravado as externalidades ambientais, em particular a poluição sonora. Essa poluição incomoda à população, contribui para a perda da qualidade de vida, mas, também, é um problema de saúde pública. A estratégia de terminais de integração objetiva facilitar o deslocamento da população nas grandes cidades, entretanto concentra a operação de ônibus num pequeno espaço, o que gera um elevado nível de ruído. Esse projeto de pesquisa propõe diagnosticar e modelar o nível de ruído dentro dos terminais na cidade de Fortaleza, compará-los com a legislação vigente e investigar os parâmetros que influenciam nos níveis de ruído, permitindo sua valoração econômica e simulações quando da reforma e construção de terminais.

## **Abstract**

The process of urbanization of large cities and the increase of the number of motorized trips has been worsening the environmental impacts, in particular the noise pollution. That pollution troubles the population, contributes to the loss of life quality and is also a public health problem. The strategy of using integration terminals aims to facilitate the transportation of the population in those cities. However, there is a concentration of the bus operation on a relatively small space, what generates high noise levels. This research intends to diagnose and model the noise level inside the terminals in the city of Fortaleza. The results will be compared with the existing legislation and the parameters that influence these levels will be studied. That study will permit an economic valuation of the noise pollution and simulations to help the decision making process when reforming or building terminals.

## **1. INTRODUÇÃO**

O ruído urbano, também conhecido por ruído ambiental, é considerado complexo devido os diversos elementos que o compõe advindos de várias fontes, sendo necessário uma avaliação de cada um destes, para que possa ser reduzido ou eliminado. Nas últimas décadas, seus altos níveis têm se transformado em uma das formas de poluição que mais preocupa os urbanistas e arquitetos. Os valores registrados acusam níveis de desconforto tão altos que a poluição sonora, passou a ser considerada como uma das principais formas de poluição ambiental e que atinge um maior número de pessoas (Sousa, 2002).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o limite tolerável ao ouvido humano é de 55 dB(A). Acima disso, nosso organismo sofre estresse, o qual aumenta o risco de doenças e acidentes. Complementa, ainda, que os seres humanos sofrem, no cotidiano, sem se preocuparem e conhecerem os efeitos gerados pela exposição a excessivo nível de pressão sonora. Sendo a poluição sonora a terceira mais grave forma de poluição, ficando atrás somente da poluição do ar e da água, reduzindo cada vez mais a qualidade de vida nas grandes cidades.

Nesse mesmo sentido, Quick e Lapertosa (1981), afirmam que “*o problema do ruído dever ser encarado seriamente, não só no ambiente industrial, mas também na comunidade em geral, pois ele afeta as pessoas na sua individualidade e na coletividade, alterando seu comportamento e relacionamento*”.

A poluição sonora traz diversos prejuízos a vários setores da sociedade, tais como: hospitais, residências, comércio, escolas, dentre outros. Por exemplo, na União Européia 40% da população está exposta aos ruídos provindos do tráfego urbano com valores que excedem a 55 dB(A) no período diurno e 20% a níveis superiores a 65 dB(A)(Sousa,2004).

O ruído proveniente do tráfego de veículos automotores tem uma contribuição significativa para a poluição sonora, principalmente os oriundos de ônibus e caminhões (Valadares, 1997). Escapamento enferrujado, cano de descargas com alterações, aceleradas e freadas de veículos, colaborando para a perda progressiva da audição dos profissionais que trabalham no setor de transporte e dos moradores das grandes cidades que convivem diariamente com essas situações e que são suas principais vítimas (Zannin *et al.*, 2002).

O alto nível de poluição sonora pode ser revertido aplicando-se tecnologias de controle de ruído, que envolvem o desenvolvimento de produtos específicos, recursos para identificação e análise das fontes de ruído, previsão da redução de ruídos através de programas de simulação e o desenvolvimento de máquinas menos ruidosas (Eniz, 2004).

## **2. A RELEVÂNCIA DA DISSERTAÇÃO**

O organismo humano tem limites físicos para suportar o ruído, o barulho em excesso pode provocar surdez e desencadear outros problemas, como pressão alta, disfunções do aparelho digestivo, nervosismo, agressividade, inclusive na capacidade de aprendizagem e de concentração que podem ser sensivelmente afetadas (Paz, 2002). Pimentel, *et al* (2004) relata que ruídos de 50 dB(A) têm características perturbadoras, já os de 55 dB(A) causam desconforto e os acima de 85 dB(A) podem causar perdas auditivas irreversíveis, isto é, permanentes.

Devido ao grande volume de tráfego característico de terminais de transportes públicos, em particular, operado pelo modo ônibus, pode-se atribuir aos mesmos a responsabilidade pela maior parcela de poluição sonora identificada nesses ambientes, impactando negativamente as pessoas que trabalham e transitam nesses locais diariamente, e ciente, dos danos que esse ruído pode causar às pessoas, torna-se fundamental implementar medidas preventivas para mitigar tal problema.

Desta maneira, a realização de pesquisas que busquem conhecer melhor tal tipo de impacto ambiental nos terminais ônibus, justifica-se por contribuir com a melhoria do planejamento na construção de novos terminais, bem como, em análise das medidas de controle desse impacto já existentes ou necessárias. Faz-se necessário, então, que planejadores, arquitetos, administradores e urbanistas passem a levar em conta, os efeitos do ruído para saúde humana, para que os mesmos possam elaborar políticas públicas, de modo a controlar e prevenir com maior eficiência, o ruído em áreas urbanas e, em particular, nos terminais de transporte público por ônibus.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Desenvolver e aplicar um procedimento, fundamentado em uma metodologia de análise do impacto ambiental do ruído em terminais de transporte público por ônibus no município de Fortaleza, para subsidiar políticas de transportes públicos e ambientais que proporcionem um melhor controle da poluição sonora provocadas pelos transportes públicos por ônibus nos terminais integrados de Fortaleza.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Destacam-se alguns objetivos a serem perseguidos nesse projeto de pesquisa, dentre os quais: a) Análise das políticas públicas ambientais do município de Fortaleza, no que tange as ações destinadas a prevenir ou mitigar poluição sonora em terminais de ônibus que integram o Sistema Integrado de Transportes de Fortaleza (SIT-FOR); b) Medir e analisar estatisticamente os níveis de pressão sonora equivalente ( $L_{eq}$ ) e os níveis percentuais ( $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ) dentro dos terminais nos horários de picos e entre picos; c) Acompanhar a operação dos terminais e o fluxo de ônibus durante as medições; d) Desenvolver um modelo de previsão de ruído nos terminais que permita servir de ferramenta de simulação no dimensionamento de novos terminais na cidade, ou mesmo, no redimensionamento dos existentes, quanto ao valor limite de ônibus em operação nos terminais de forma a atender a legislação ambiental e de saúde pública; e) A partir da bibliografia internacional, mensurar economicamente os ganhos ambientais da redução da poluição sonora proporcionados pelas políticas municipais de transportes, por exemplo, na implantação da integração temporal que poderá reduzir a necessidade de integração física nos terminais do SIT-FOR, reduzindo o número de ônibus em circulação dentro dos terminais; f) Avaliar os sete terminais do SIT-FOR quanto à poluição sonora, possibilitando propor formas adequadas de mudanças para a redução dos níveis de ruído.

### **4. METODOLOGIA**

Está sendo desenvolvida a pesquisa bibliográfica que consubstanciará o *Estado da Arte* sobre os impactos ambientais dos transportes em terminais operados pelo modo ônibus, o que dará suporte teórico ao levantamento das variáveis pertinentes ao problema de pesquisa e, em particular, àqueles que integrarão o modelo de previsão de ruído aplicável à realidade de Fortaleza, ao SIT-FOR e seus sete terminais.

A metodologia de mensuração a ser adotada na pesquisa, baseia-se na recomendada pela NBR 10151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para a realização de medições do nível de pressão sonora, bem como, estará sendo avaliado o fluxo de veículos e de passageiros, o padrão arquitetônico de construção, e variáveis ambientais que possam interferir no resultado das medições como, por exemplo, a temperatura ambiente. Finalmente, pretende-se avaliar de forma amostral, também, através de questionários, o grau de exposição à poluição sonora a que estão submetidos os trabalhadores dos terminais e os usuários que se utilizam destes serviços, considerando-se a percepção destes ao incomodo do ruído e ao tempo de permanência nos terminais, seja por trabalhar nestes, ou durante as operações de integração com ou sem transbordo.

## 5. ESTÁGIO ATUAL DO DESENVOLVIMENTO DA DISSERTAÇÃO

Estudos sobre poluição sonora em rodovias, em escolas, no modo ferroviário, existem em maior quantidade. Todavia, aquelas que tratam de terminais de ônibus são mais escassas, a exemplo da pesquisa de Rodrigues, 2006 que desenvolveu um modelo de previsão de ruído para terminal de transporte público nas cidades Uberlândia e Belo Horizonte, onde operam simultaneamente ônibus e vans, o que se diferencia do caso de Fortaleza, que possui exclusivamente ônibus em terminais tronco-alimentadores de uma capital metropolitana. Dada a pouca quantidade de estudos específicos, optou-se por desenvolver tal abordagem, visando identificar quais são as variáveis explicativas do fenômeno, ao mesmo tempo identificar se apenas o volume de ônibus e características geométricas arquitetônicas dos terminais (Rodrigues, 2006) explicaria o fenômeno em se tratando de Fortaleza.

A etapa atual do projeto se encontra no planejamento e execução das medições do ruído, e levantamento das demais variáveis. A próxima será a avaliação dos resultados obtidos e a comparação com os índices estabelecidos pela legislação vigente, seguido da análise estatística do nível de pressão sonora e dos níveis percentuais estatísticos e o desenvolvimento de modelos de previsão de ruído nos terminais, com a realização de simulações que permitam dimensionar o valor limite de ônibus nos terminais, que atenda a legislação ambiental e de saúde pública. Por fim, mensurar economicamente os ganhos ambientais da redução da poluição sonora e fazer avaliações nos terminais, para propor formas adequadas de mudanças para a redução dos níveis de ruído.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estimativa do passivo ambiental da poluição sonora associada ao modelo de previsão de dimensionamento do número de ônibus máximo para que cada terminal não ultrapasse seu limite de ruído estabelecido por normas brasileiras, subsidiarão aos administradores, planejadores e arquitetos com uma ferramenta útil tanto para planejar a operação dos terminais já existentes, assim como, aqueles que provavelmente devam ser reformados, readequados ou construídos em razão do aumento de demanda, tornando a vida de seus usuários mais agradável e sadia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albernaz, P. L. M., 2000, *Barulho aumenta dois decibéis por ano*, In: Gazeta Mercantil, São Paulo, Disponível em: <http://www.unifesp.br/comunicacao/ass-imp/clipping/2000/jan2000/jan10.htm>. Acesso em: 24/11/2006
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000, *NBR 10.151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*, Rio de Janeiro.
- Benites, E. L. F., 2004, *Poluição Sonora Urbana de Pelotas*, Disponível em: <http://www.educacaoambiental.furg.br/disserta/document/eduarben.pdf>, Acesso em: 22/11/2006.
- Berg, R. E., Stork, D. G., 1995, *The Physics of Sound*, 2. ed., New Jersey.
- Berglund, B., Lindvall, T., 1995, *Community Noise*, World Health Organization. Archives of the Center for Sensory Research. Disponível em: <http://www.who.int/peh/>.
- Calixto, A., 2002, *O Ruído gerado pelo tráfego de veículo em “Rodovias – Grandes Avenidas” Situadas dentro do Perímetro Urbano de Curitiba, Analisado sob Parâmetros Acústicos Objetivos e seu Impacto Ambiental*. Curitiba, Dissertação (Mestrado de Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná.
- Fernandes, J. C., 2002, *Acústica e Ruídos*. Bauru: Departamento de Engenharia Mecânica – Unesp, Apostila
- Rodrigues, F., 2006, *Análise de ruído em terminais de transporte coletivo urbano: desenvolvimento de modelos de previsão*, Faculdade Federal de Uberlândia
- Sousa, D. S., 2004, *Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a sustentabilidade das Cidades Brasileiras*, RJ, COPPE/UFRJ