

## Modelagem do ruído urbano como instrumento de gestão ambiental

Bruno Araujo Maciel<sup>1</sup>  
Rômulo José da Costa Ribeiro<sup>1,2</sup>  
Edilson de Souza Bias<sup>1,2</sup>  
Sérgio Luiz Garavelli<sup>2</sup>  
Márcio Maciel Cavalcanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Católica de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental. Campus II - SGAN 916 Módulo B Asa Norte. 70790-160 - Brasília, DF – Brasil  
{bamaciel, rjcosta, edilsonb}@ucb.br

<sup>2</sup> Universidade Católica de Brasília. Campus I  
QS 07, lote 01, EPCT, bl G, Taguatinga - 71966-700 - Brasília, DF – Brasil  
{rjcosta, edilsonb, sergiol, maciel}@ucb.br

**Abstract.** This paper presents the spatial through software SoundPlan levels of sound pressure in Leq dB (A) achieved along the main routes for vehicles in the city of Águas Claras - DF. Despite being a city still under construction, Águas Claras is already showing problems common to large urban centers, such as those arising from population density and high flow of vehicles, setting a deterioration in the quality of local life. The noise appears as a major cause of degradation of the health of human beings, but as a form of pollution odorless and colorless society does not receive special attention. But when the excess noise causes trouble is observed that people who are seeking improvements in these places as the issue of noise pollution. The environmental noise causes various health problems such as cardiovascular problems, hormonal and stress, hence the importance of this study. To carry out this study were performed measurements of flow of vehicles in 23 points in the Avenues analyzed. The results show that the use of a modeling tool is extremely useful in identifying points of the sensitive environmental issues like noise pollution, offering subsidies to the policy of occupation of land use and avoiding the deterioration of quality of life.

**Palavras-chave:** image processing, environmental noise, processamento de imagens, ruído ambiental.

### 1. Introdução

De acordo com a Lei Distrital N° 4.092/08, poluição sonora é qualquer som indesejável, principalmente quando interfere em atividades humanas ou ecossistemas a serem preservados; o som como o fenômeno acústico que consiste na propagação de ondas produzidas por um corpo que vibra em um meio material elástico; e por fim considera ruído como o som constituído por grande número de vibrações acústicas com relação à amplitude e a fase distribuída ao acaso.

A poluição sonora apresenta-se como uma das principais causas da degradação da saúde do ser humano, mas por ser uma forma de poluição inodora e incolor não recebe da sociedade uma atenção especial. Porém, quando o excesso de ruído provoca incomodo é observado que as pessoas que se encontram nesses locais buscam melhorias quanto a questão da poluição sonora, como mostra a pesquisa realizada por Martin et al. (2006) na cidade espanhola de Valladolid. Nesta pesquisa, constatou-se que cerca de 54% dos moradores viveriam em um local silencioso, mesmo que as moradias oferecidas fossem de um valor menor do que as que possuem, chegando a 84% dos moradores quando estes moram em um local onde a poluição sonora atinge níveis mais elevados. 52% pagariam um valor maior em residências situadas em locais silenciosos. Vê-se com estes dados a importância dada a um ambiente sonoro adequado ao ser humano.

Os problemas de saúde ocasionados pelo excesso de ruído só são percebidos após um período longo de exposição e quando os danos ao organismo já são graves. O ruído ambiental provoca diversos males à saúde como problemas cardiovasculares, hormonais e estresse. Provoca ainda dificuldades de comunicação, concentração e prejudica momentos de descanso (interferência no sono), extremamente importante para a restauração física e mental do corpo. A perda da qualidade do sono provoca efeitos psicológicos que poderão induzir o aumento da pressão sanguínea, aumento da atividade cardíaca e alterações respiratórias, dentre outros. Porém esses efeitos não dependem apenas das características do ruído, mas também da sensibilidade do receptor (sensação subjetiva ao barulho) e o tipo de ambiente no qual se encontra. Das diversas fontes de poluição sonora, a proveniente do tráfego urbano tem sido considerada a principal e dentre os veículos que mais incomodam está a motocicleta, seguidos dos veículos pesados (Martin et al., 2006; Arana e García, 1998). Devido a falha ou mesmo a falta de um planejamento territorial que assegure a qualidade de vida da população nos grandes centros urbanos, esses problemas tendem a agravar-se, intensificando os nocivos efeitos da exposição a doses elevadas de ruído. Na Europa, estima-se que cerca de 80 milhões de pessoas são afetadas com níveis de ruído acima de 65 dB(A) e 170 milhões entre 55 e 65 dB(A) que é o nível onde as pessoas começam a se sentir mais incomodadas e que o ruído proveniente do tráfego urbano expõem a maioria da população (cerca de 90%) a níveis de pressão sonora acima dos 65 dB(A) (Portugal, 2004). Porém, medidas extremamente rigorosas são aplicadas pela Comunidade Européia no intuito de proteger a saúde da população e garantir sua qualidade de vida.

Este trabalho investiga e analisa o ruído ambiental a que são expostas a população na cidade de Águas Claras, ocasionados pelo tráfego urbano em suas principais avenidas por meio da espacialização dos níveis de pressão sonora utilizando-se o *software* de modelagem de ruído SoundPlan que utiliza o modelo matemático alemão RLS-90.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para a geração do Mapa de Ruído, utilizou-se a metodologia que emprega a contagem simples dos veículos na via. A contagem de veículos em cada ponto de medição teve duração média de 15 minutos. Foi empregado na construção do Mapa de Ruído o *software* de simulação de propagação sonora SoundPlan. Este permite modelar ambientes internos e externos, como rodovias, ferrovias e aeroportos, possibilitando a avaliação dos impactos de cada fonte poluidora em uma determinada região de forma individual e fazer previsões gerais sobre a evolução do ruído para esses locais. O SoundPlan utilizou também outros parâmetros, como a velocidade da via, inclinação da pista, composição e estado do pavimento, etc.

Na contagem do fluxo, adotou-se o mesmo procedimento utilizado por Maroja et al (2005) conforme abaixo:

- I – Veículos Pesados (caminhões e ônibus);
- II – Veículos Intermediários (vans, microônibus, caminhonetes);
- III – Veículos Leves (carros);
- IV – Motocicletas.

Utilizou-se contadores de metal com 4 casa decimais da marca Kw-trio.

### 3. Resultados e Discussão

O fluxo de veículos medido nas Avenidas das Araucárias e das Castanheiras está contido nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Cabe lembrar que os horários de medição entre as Avenidas ocorreu no período diurno.

Tabela 1 – Fluxo de Veículos na Avenida das Araucárias

Pontos	Veículos por hora				
	Pesados	Médios	Leves	Motocicletas	Total
Rua 3 Sul	46,8	25,2	969,2	45,2	1086,4
Rua 12 Sul	40,0	85,2	994,8	48,0	1168
Rua 18 Sul (interior)	1,2	0,0	25,2	1,2	27,6
Rua 19 Sul	50,8	62,8	985,2	70,8	1169,6
Av. Jacarandá	41,2	12,0	889,2	41,2	983,6
Av. Sibipiruna	33,2	20,0	916,0	57,2	1026,4
Av. Parque Águas Claras	0,0	2,8	29,2	2,8	34,8
Rua 28 Sul	5,2	1,2	33,2	4,0	43,6
Rua 34 Sul	49,2	74,8	813,2	41,2	978,4
Rua 37 Sul	52,0	94,8	984	49,2	1180
Av. Pau Brasil	46,8	53,2	877,2	72,0	1049,2
Rua Pitangueiras	12,0	6,8	50,8	8,0	77,6

Tabela 2 – Fluxo de Veículos na Avenida das Castanheiras

Pontos	Veículos por hora				
	Pesados	Médios	Leves	Motocicletas	Total
RUA TAMBORIL	69,2	24,0	902,8	44,0	1040
Rua 3 Norte	54,8	32,0	805,2	29,2	921,2
Rua Ipê Amarelo	70,8	66,8	842,8	57,2	1037,6
Rua 12 Norte	57,2	54,8	864,0	53,2	1029,2
Av. Parque Águas Claras	52,0	56,0	856,0	54,8	1018,8
Rua 21 Norte	68,0	77,2	905,2	41,2	1091,6
Av. Pau Brasil	44,0	56,0	886,8	64,0	1050,8
Rua 33 Norte	77,2	54,8	821,3	45,2	998,5
Rua 37 Norte	72,0	14,8	740,0	48,0	874,8
Rua das Aroeiras	22,8	6,8	140,0	8,0	177,6
Alameda das Acácias	2,8	0,0	72,0	1,2	76,0

Analisando-se as Tabelas e comparando com os valores de pressão sonora gerados pelo *software*, percebe-se que mesmo a Avenida das Castanheiras apresentando um fluxo ligeiramente maior de veículos, não apresenta Nível de Pressão Sonora (NPS) maior que a Avenida Araucárias. Isto se deve pelo fato da maior parte da Avenida das Castanheiras ainda apresentar edifícios em construção, ainda existindo muitos espaços abertos que propiciam a atenuação dos ruídos produzidos pelo trânsito de veículos. Se uma fonte de som em um ponto localizado em um campo livre produzir um nível de pressão sonora de 90 dB a uma distância de 1 metro, o nível de pressão a 2 metros será 84 dB, a 4 metros 78 dB, e assim sucessivamente, conforme Figura 1 (Osha, 2007).

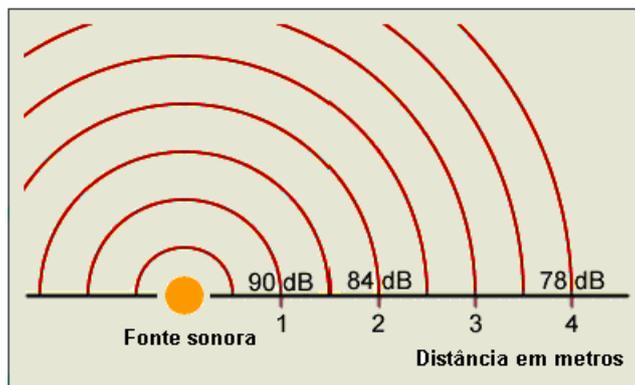


Figura 1. Propagação do Som em um Campo Aberto.  
Fonte: Adaptado de Osha, 2007.

Como as medições entre as Avenidas não se deu no mesmo instante, não podemos concluir de forma definitiva que o tráfego na Avenida Castanheiras é maior ou menor que o da Avenida Araucárias. Nos locais onde ocorre o fenômeno da reverberação das ondas sonoras há a amplificação dos sons provenientes do tráfego de veículos, o que não ocorre em áreas abertas.

O mapa de ruído representa a distribuição geográfica dos níveis de ruído possibilitando a compreensão da propagação do ruído de maneira espacial e a visualização de possíveis pontos sensíveis. Torna-se uma ferramenta útil para apoio a decisões sobre planejamento e ordenamento do território, sendo fundamental para a definição da implementação de centros urbanos garantindo o correto uso e ocupação do solo, reduzindo os usos conflitantes e prevenindo problemas ligados a poluição sonora. O mapa de ruído propicia (Pinto et al 2004):

- Preservar zonas com níveis sonoros regulamentares;
- Corrigir zonas com níveis sonoros não regulamentares;
- Criar novas zonas sensíveis ou mistas com níveis sonoros compatíveis;
- Avaliar a evolução das emissões sonoras de infra-estruturas de transporte existentes e de atividades econômicas instaladas, identificando a eventual necessidade de medidas de redução de ruído;
- Avaliar a influência sonora de projetos (incluindo alternativas) de futuras infra-estruturas de transporte ou de projetos de desenvolvimento industriais, comerciais, possibilitando a escolha da alternativa de menor impacto.

Para uma cidade ainda em construção como Águas Claras, a utilização do Mapa de ruído revela-se extremamente útil para as autoridades responsáveis pelo gerenciamento urbano e implementação de políticas de uso e ocupação do solo que evitem conflitos.

O Mapa de ruído da cidade de Águas Claras – DF é apresentado na Figura 2.

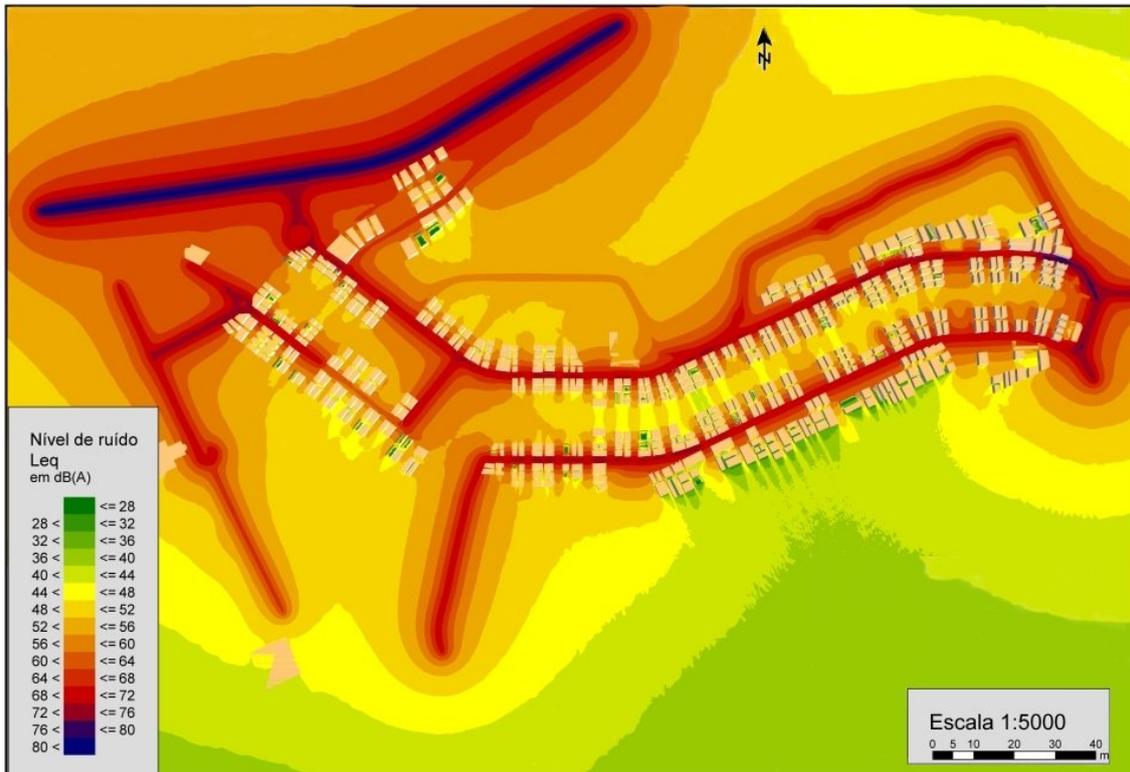


Figura 2. Mapa de ruído da cidade de Águas Claras – DF.

Na Figura 2 percebe-se facilmente que a grande incidência de poluição sonora ocorre ao longo das Avenidas principais da cidade que por apresentar características de *canyon* urbano favorece a propagação e a intensificação dos efeitos e incômodos provocados pelo excesso de ruído.

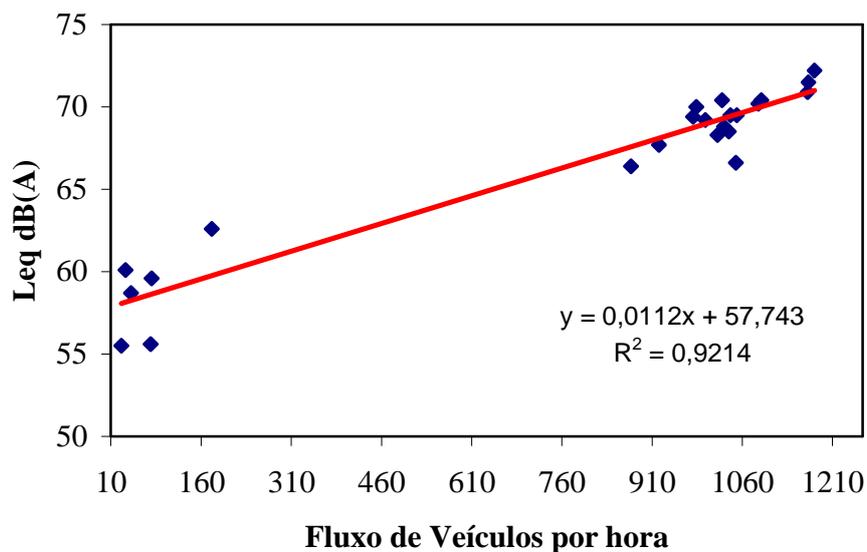


Figura 3.  $L_{eq}$  medido nas Avenidas Analisadas e Fluxo Total de Veículos.

Realizou-se o ajuste de regressão linear da reta. A Figura 3 mostra claramente o comportamento do fluxo de veículos e o  $L_{eq}$  alcançado. Infere-se da que o aumento do nível

de pressão sonora equivalente é proporcional ao aumento do fluxo de veículos na via. O gerenciamento do tráfego urbano, por meio de uma melhor distribuição do fluxo de veículos por avenidas adjacentes às principais vias de circulação, por exemplo nas Boulevards, assim como a transformação das Avenidas das Araucárias e das Castanheiras em vias de mão única, poderá diminuir a intensidade de ruído nestes locais, contribuindo com a melhoria do ambiente sonoro da cidade. Ainda podemos considerar a questão da velocidade do fluxo de veículos, que também influi no ruído produzido pelo tráfego urbano, exigindo-se medidas específicas de controle.

#### 4. Conclusões

Os valores calculados nas Avenidas analisadas, no período diurno, mostram que o limite de referência é ultrapassado em todos os pontos avaliados. O elevado nível de ruído a que é exposta diariamente a população de Águas Claras pode provocar diversos problemas de saúde e diminuir a qualidade de vida dos moradores.

Na medida em que a cidade tenha todas as construções de edifícios residenciais finalizados, pode-se esperar um cenário de aumento nos níveis de ruído, com agravamento do problema de poluição sonora devido ao adensamento populacional e aumento do fluxo de veículos. Esse quadro fará necessário o uso de técnicas para o controle do ruído que ainda podem ser empregadas, como engenharia de tráfego, materiais absorventes e/ou refletores, barreiras, etc. Os órgãos competentes devem se fazer presentes na aplicação da legislação e melhoria dos equipamentos urbanos como transporte público de qualidade diminuindo o uso de automóveis para locomoção. A população deve estar consciente do papel que possui, contribuindo no combate a poluição sonora e cobrando das autoridades ações efetivas em seu controle e prevenção.

A medida chave na prevenção dos problemas ligados a poluição sonora é o correto ordenamento do território. O uso de Mapas de ruído é uma excelente ferramenta para o tomador de decisões a respeito do zoneamento da cidade e seu emprego deve se fazer presente nas discussões sobre o gerenciamento da cidade. A adoção por parte da esfera pública de políticas claras e sérias de ocupação e uso do solo são fundamentais na garantia da qualidade de vida da população e são essenciais na prevenção da poluição sonora nos centros urbanos.

#### Agradecimentos

À Universidade Católica de Brasília pelo apoio e ao corpo técnico envolvido na pesquisa.

#### Referências Bibliográficas

- ARANA, M. GARCÍA, A. **A Social Survey on the Effects of Environmental Noise on the Residents of Pamplona, Spain**. Applied Acoustics, Vol. 53, No. 4, pp. 245-253, 1998.
- Distrito Federal (Brasil). **Lei Distrital Nº 4.092**, de 30 de janeiro de 2008 DODF de 01.02.2008 - republicação DODF de 12.03.2008. Dispõe sobre o controle da poluição sonora e os limites máximos de intensidade da emissão de sons e ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais no Distrito Federal. Brasília: Câmara Distrital, 2008.
- MAROJA, A. M.; SOUSA, D. R. de; GARAVELLI, S. L. **Mathematician models for noises emitted by the vehicles traffic in Distrito Federal, Brazil**. In: 34 International Congress on Noise Control Engineering, Environmental Noise Control, 2005, Rio de Janeiro. Inter Noise, 2005.

MARTÍN, M. A. et al. **Exposure–effect relationships between road traffic noise annoyance and noise cost valuations in Valladolid, Spain.** Applied Acoustics, 67, p. 945–958, 2006.

OSHA (EUA). **Noise and hearing conservation.** Disponível em <<http://www.osha.gov>>. Acesso em: 25 set. 2007.

PINTO, F. R.; GUEDES, M.; LEITE, M. J. **Projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído - escalas municipal e urbana.** Lisboa: Instituto do Ambiente, 2004. 53 p.

PORTUGAL. Instituto do Ambiente. **O Ruído e a Cidade.** Zambujal, 2004. 32 p.