

# A modelação como ferramenta de melhoria de qualidade acústica urbana: o caso do Parque da Braguinha (Bragança)

M. Feliciano<sup>1,2</sup>, F. Maia<sup>1</sup>, A. Gonçalves<sup>1,2</sup>, J. P. Castro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária, Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855, Bragança, [msabenca@ipb.pt](mailto:msabenca@ipb.pt)

<sup>2</sup>Centro de Investigação de Montanha, Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855, Bragança

*Resumo:* As ferramentas de modelação acústica assumem elevada importância na procura de opções de desenho urbano, capazes de propiciarem condições de saúde humana e de bem-estar social. Com vista a avaliar as possibilidades de melhoria do ambiente acústico de um jardim público da cidade de Bragança, o Parque da Braguinha, recorreu-se ao software de modelação CADNA'A. Este estudo envolveu uma primeira fase de modelação acústica da situação existente e uma segunda de previsão dos níveis sonoros para cinco cenários distintos. Os cenários definidos vão desde a simples introdução de uma barreira acústica, ao longo do principal eixo rodoviário, passando pela introdução de uma barreira acústica, ao longo do perímetro do parque, até à introdução de alterações na própria morfologia do terreno. Os resultados obtidos mostram que qualquer um dos cenários estudados conduz a melhorias significativas do ambiente sonoro. Para alguns desses cenários, a área exposta a LAeq diurnos superiores a 55 dBA é substancialmente inferior em relação à situação actual.

## 1. Introdução

O ruído é uma das principais causas de degradação da qualidade do ambiente urbano. Constitui um problema que tende a agravar-se devido, sobretudo, ao desenvolvimento desequilibrado dos espaços urbanos e ao aumento significativo da mobilidade das populações, com o conseqüente incremento dos níveis de tráfego rodoviário (Zannin *et al.*, 2001). O ruído de actividades industriais e comerciais pode assumir também uma importância considerável no aparecimento de situações de elevada incomodidade em muitas cidades. Este crescimento da poluição sonora é insustentável, porquanto envolve efeitos adversos directos e cumulativos na saúde humana e apresenta efeitos sócio-culturais, estéticos e económicos elevados (WHO, 1999). Estes níveis elevados de poluição afectam também seriamente paisagens urbanas com características sonoras singulares. Deste modo, reduzir os níveis de ruído urbano e construir espaços urbanos aprazíveis, do ponto de vista acústico, devem ser objectivos do planeamento urbano (Brown, 2003; Yang e Kang, 2004).

Neste contexto, a utilização de ferramentas de modelação acústica, capazes de caracterizar situações actuais e, simultaneamente, prever o ambiente sonoro de diferentes alternativas de desenho urbano, pode ajudar a alcançar esses objectivos (Santos *et al.*, 2004; Bento Coelho, 2005). De facto, essas ferramentas são essenciais para uma avaliação mais

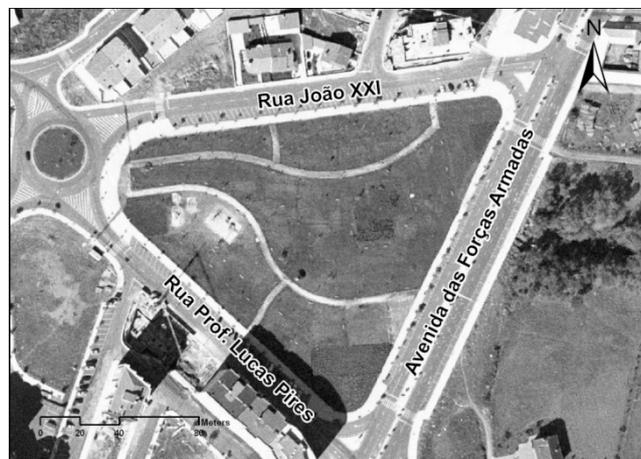
rigorosa dos impactes de novas infra-estruturas rodoviárias, de novas urbanizações, de novos espaços verdes, entre outras estruturas.

No presente artigo, apresentam-se os principais resultados de um estudo de modelação acústica, desenvolvido no âmbito de um projecto de investigação, que visou avaliar/melhorar o ambiente sonoro de um espaço verde público formal da cidade de Bragança – o Parque da Braguinha. Este parque insere-se no seio de uma zona predominantemente residencial, incorporando diversas funções sociais que requerem, entre muitas outras características, a existência de um ambiente acústico de elevada qualidade. Por isso, implementar medidas de redução do impacto do ruído rodoviário é crucial para melhorar o ambiente sonoro deste parque.

## 2. Descrição Experimental

### 2.1 Local de Estudo

O Parque da Braguinha, localizado na cidade de Bragança, foi concluído em 2002, no âmbito do Projecto de Loteamento da Quinta da Braguinha. Este parque, de aproximadamente 17600 m<sup>2</sup> de área, apresenta uma forma triangular, sendo limitado a Este pela Av. Das Forças Armadas, a Norte pela R. Professor Lucas Pires e a Oeste pela R. João XXI (ver figura 1). Trata-se de um espaço ajardinado com predominância de zonas relvadas e de algumas manchas com espécies arbustivas. Também existem algumas árvores jovens dispostas em alinhamentos, em grupos de três ou dispersas (Carvalho e Gonçalves, 2008). Este espaço dispõe ainda de alguns equipamentos de recreio infantil, de manutenção física e um número alargado de bancos de jardim. As fontes de ruído que se fazem sentir no interior do parque são essencialmente os automóveis que circulam nas vias que o rodeiam, com especial relevância para a circulação rodoviária na Av. Das Forças Armadas, que apresenta, em média uma intensidade de tráfego de aproximadamente 400 veículos por hora. Ainda que menos movimentada, a Rua Professor Lucas Pires apresenta valores médios de tráfego da ordem dos 220 veículos por hora, enquanto a Rua João XXI, essencialmente usada por moradores, o tráfego horário decresce para cerca de 100 veículos, sensivelmente.



*Figura 1:* Vista aérea do Parque da Braguinha.

## 2.2 Metodologia

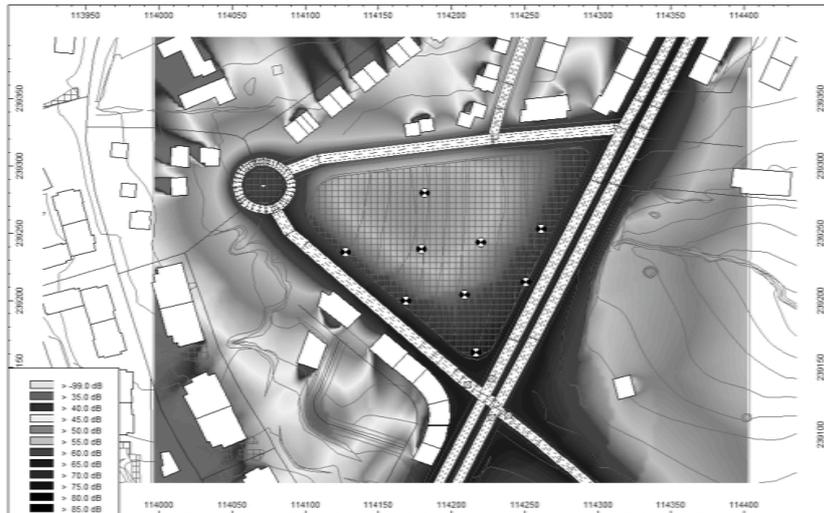
A metodologia adoptada no presente estudo envolveu duas etapas distintas, que se desenvolveram entre 2008 e 2009. Uma inicial que consistiu na modelação dos níveis de pressão sonora diurnos da situação existente. Esta etapa incluiu ainda a medição de níveis de pressão sonora, com um sonómetro da Bruel & Kjaer modelo 2160 Observer, num conjunto de pontos, de modo a podermos validar os resultados do modelo. A segunda fase envolveu a modelação dos níveis de pressão sonora para cinco cenários distintos criados para o efeito. A modelação dos níveis de pressão sonora foi levada a cabo com o software CADNA'A e resultou na criação de mapas de ruído, expressos em termos de nível sonoro contínuo equivalente (LAeq), para uma altura de 1,5 m e com uma resolução de 3×3m.

Para a concretização destas etapas foi ainda necessário recolher informação de natureza variada, quer para construir o modelo digital de terreno 3D para a situação existente, quer para fornecer os dados de entrada relativos ao modelo acústico. Destaca-se a recolha e correcção de informação digital (e.g. altimetria, planimetria, edificado) e a identificação e caracterização das fontes de ruído relevantes do local (tráfego rodoviário). A construção do modelo digital do terreno teve por base as curvas de nível com uma equidistância de 2m entre cada curva. Acresce dizer que na modelação das emissões sonoras foi usado o algoritmo francês NMPB-Routes 96, tendo por base a intensidade de tráfego referida na secção 2.1.

## 3. Resultados

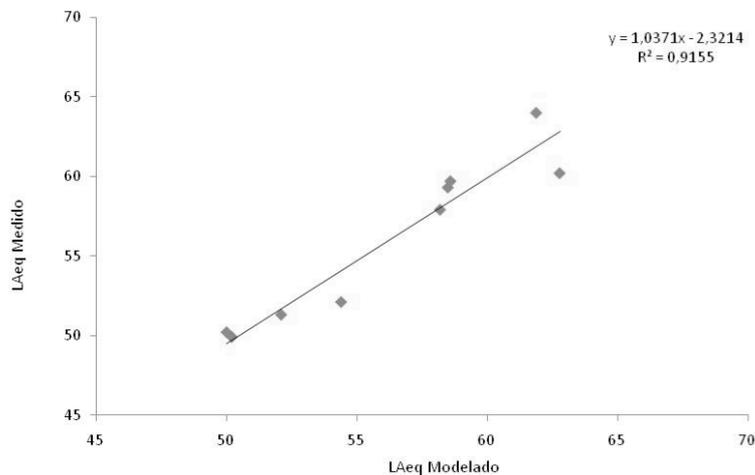
### 3.1 Avaliação acústica da situação existente

A figura 3 apresenta o mapa de ruído referente à situação existente, para o período diurno. A análise do mapa mostra que os valores de LAeq foram um pouco elevados, tendo em consideração as funções do Parque da Braguinha. Prevaecem valores de LAeq superiores a 55 dBA, em cerca de  $\frac{3}{4}$  da área de estudo. A Organização Mundial de Saúde recomenda valores de LAeq inferiores a 55 dBA para espaços de recreio infantil (WHO, 1999). Além disso, os sons prevaecentes têm origem na circulação automóvel, criando, de certa forma, uma paisagem acústica pouco agradável, para a maior parte dos utilizadores deste espaço verde (Feliciano *et al.*, 2009). Acrescenta-se, no entanto, que sendo os níveis de ruído de fundo relativamente baixos, aproximadamente 47 dBA, a implementação de medidas de controlo de ruído é encorajadora como forma de se alcançar uma paisagem acústica singular.



**Figura 2:** Mapa de ruído referente a situação existente para o período diurno. Os nove pontos representados no interior do parque correspondem aos locais onde foram realizadas as medições de ruído.

Os principais resultados da validação do modelo são apresentados na figura 3, na qual se comparam os valores de LAeq modelados com os valores de LAeq medidos para um conjunto de 9 pontos distribuídos pela área de estudo.

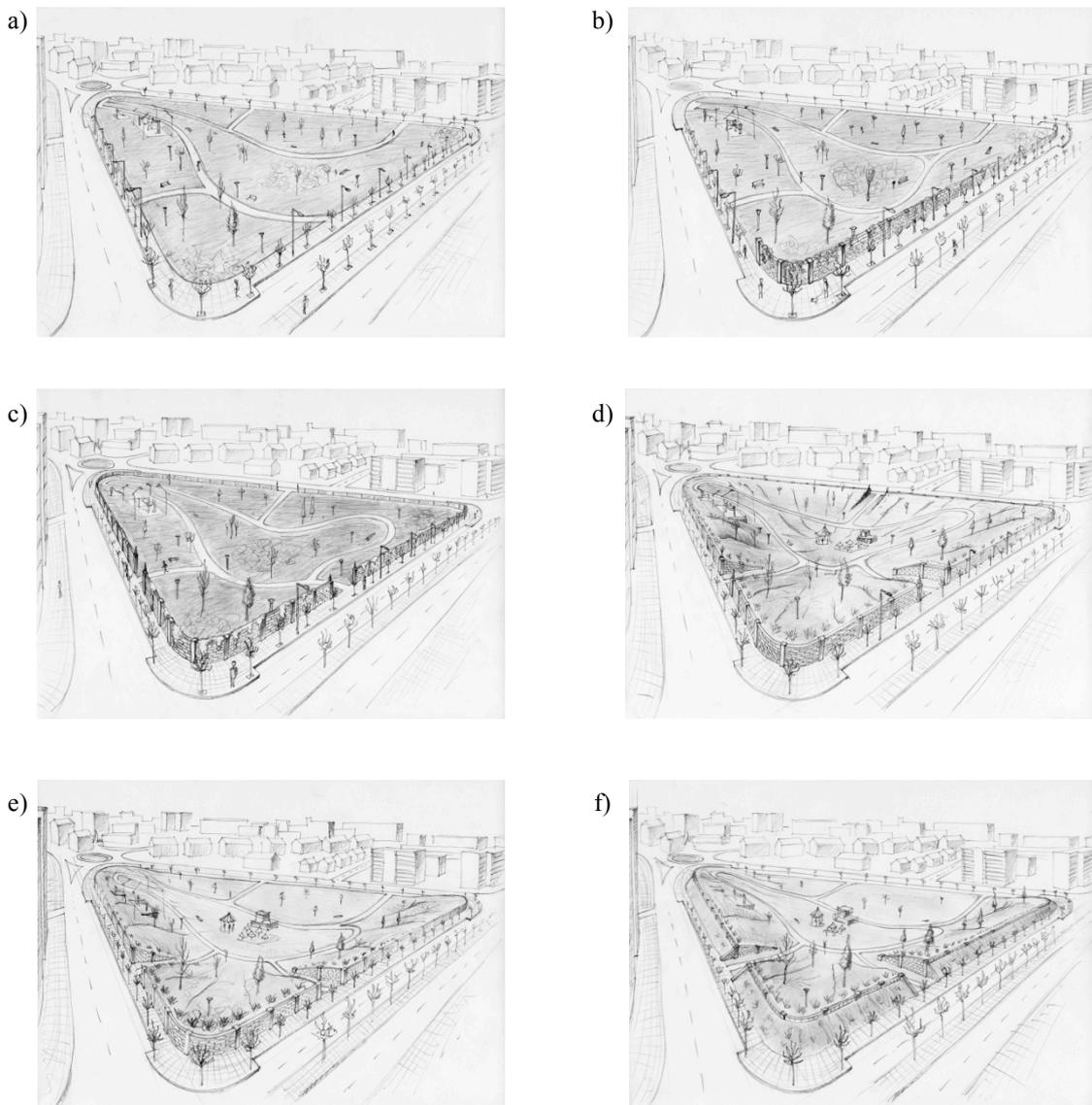


**Figura 3:** Comparação entre os valores de LAeq modelados e os medidos.

A análise da figura 3 mostra que as diferenças entre os valores modelados e os valores medidos são em média inferiores a 3 dBA e evidencia a existência de uma excelente relação entre estas duas variáveis ( $R^2 = 0,9155$ ).

### 3.2 Avaliação acústica dos cenários

Como já foi referido anteriormente, foram criados cinco cenários distintos. Alguns dos cenários foram pensados de forma a valorizar os objectivos acústicos, sem ter em consideração os aspectos estéticos; outros surgiram da integração de critérios acústicos e estéticos (ver figura 4).

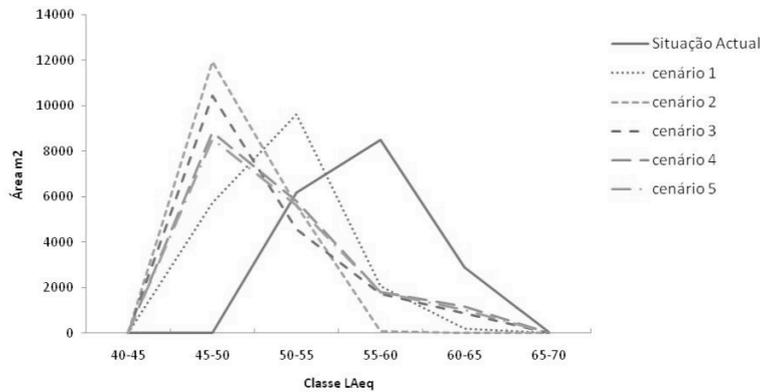


**Figura 4:** Parque da Braguinha e respectivos cenários. a) situação actual; b) cenário 1; c) cenário 2; d) cenário 3; e) cenário 4; f) cenário 5

O primeiro cenário consistiu na simples introdução de uma barreira acústica com 2 m de altura ao longo da fachada voltada para o principal eixo rodoviário, Av. das Forças Armadas. O cenário 2 incorporou medidas mais radicais, com a delimitação de todo o parque com uma barreira acústica de 2 m de altura, deixando-se 3 passagens, uma em cada um dos lados. No terceiro cenário, continua a existir uma barreira construída nos mesmos moldes do cenário 2, mas a superfície do parque passa a ter uma forma côncava, conseguida através da introdução de aterro e respectiva modelação de terreno. O cenário 4 envolve a construção de uma barreira de 2 m de altura ao longo das “fachadas” Oeste e Norte, modelando a superfície do terreno do parque de forma a criar um declive decrescente desde o topo da barreira até a cota da situação actual no sentido da “fachada” Este. Por último, o quinto cenário é em tudo semelhante ao quarto, diferenciando-se pela deslocação da barreira em 1,5 m para dentro do actual perímetro do parque. Essa faixa de 1,5 metros permitirá reduzir o impacto visual da barreira através da colocação de uma

rampa em terra coberta com vegetação. Este cenário configura, na opinião dos autores, a situação mais favorável do ponto de vista estético.

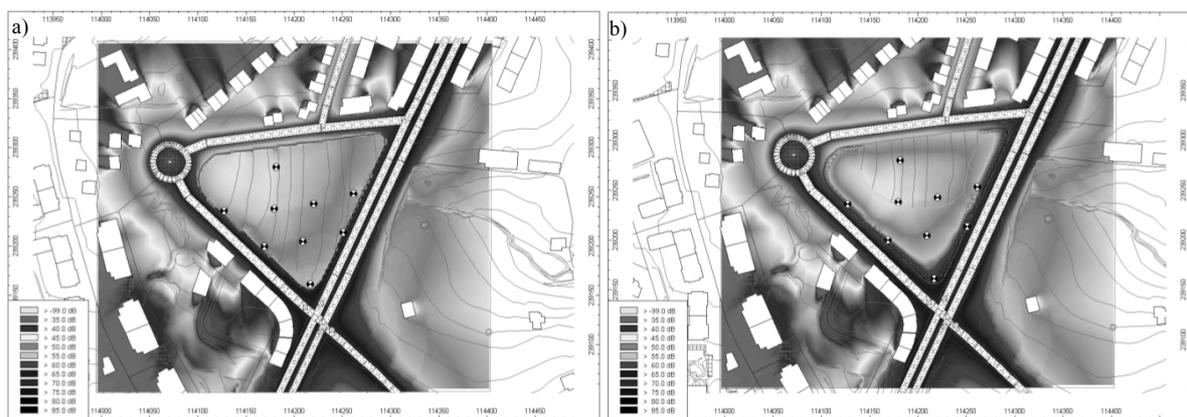
No que concerne aos resultados das simulações dos níveis sonoros, apresenta-se na figura 5 a distribuição da área do parque por classes de ruído, de 5 dBA de amplitude, para a situação existente e para os diferentes cenários.



**Figura 5:** Representação gráfica da distribuição da área do parque por classes de níveis sonoros, para a situação actual e para os 5 diferentes cenários.

Da análise da figura podemos constatar que, de um modo geral, todos os cenários criados conduzem a situações sonoras mais favoráveis do que a inerente à situação existente. De entre os cenários estudados, verifica-se que o cenário 2 é o que mais se destaca em termos de atenuação sonora, reduzindo em cerca de 100% a área do parque exposta, na situação actual, a níveis sonoros superiores a 55 dBA. Integrando critérios económicos e estéticos no processo de avaliação/selecção de alternativas, considera-se que os cenários 4 e 5 constituem as alternativas de desenho mais viáveis.

Para melhor visualizarmos as melhorias acústicas, em termos espaciais, proporcionadas pelos cenários, os mapas referentes aos cenários 2 e 5 são apresentados na figura 5.



**Figura 6:** a) mapa de ruído referente aos cenários 2; b) mapa de ruído referente ao cenário 5.

A comparação entre os dois mapas mostra que, enquanto o cenário 2 proporciona atenuações mais elevadas na faixa periférica do parque, o cenário 5 apresenta melhores resultados para a parte central.

## 4. Conclusões

Não obstante o estudo se integrar no âmbito académico, desenvolvido sem qualquer intuito de vir a ser aplicado ao espaço em questão, consideramos que constitui um bom exemplo dos benefícios decorrentes da integração da componente acústica no planeamento urbano. Os resultados obtidos neste estudo mostram a possibilidade de melhorar significativamente o ambiente sonoro do Parque da Braguinha. Do ponto de vista acústico, a colocação de uma barreira acústica de 2 metros de altura, em torno do perímetro do parque (cenário 2), apresenta-se como a opção mais eficaz. Todavia, na perspectiva dos autores, a melhor alternativa envolve a elevação da cota periférica do parque em 2 metros, relativamente à cota dos dois eixos rodoviários mais importantes – Av. Das forças Armadas e a R. Professor Lucas Pires (cenário 5), uma vez que esta opção reúne os critérios acústicos necessários e assegura, à partida, um enquadramento paisagístico bastante mais favorável. Com este estudo foi possível demonstrar que as ferramentas de modelação acústica são fundamentais no actual contexto de sustentabilidade urbana, sendo necessário todavia o seu aperfeiçoamento em termos de incorporação de fenómenos relevantes, nomeadamente os efeitos da vegetação que são descritos de forma incompleta nos actuais modelos ou simplesmente nem estão incorporados.

## Agradecimentos

O projecto de investigação GreenUrbe (PPCDT/AMB/59174/2004) é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu para o Desenvolvimento Regional (FEDER). As ilustrações feitas à mão que se apresentam neste artigo foram elaboradas pelo Dr. José Gonçalves, a quem manifestamos os nossos sinceros agradecimentos.

## Referências Bibliográficas

- Brown, A.L. 2003. Acoustics objectives for designed and managed soundscape. *In: acoustic ecology international symposium*. Melbourne, Australia.
- Bento Coelho J. L. e Alarcão D. 2005. Noise mapping and noise actions plans in large urban áreas. 36º Congresso Nacional de Acustica (Tecnicaustica 05), Encuentro Ibérico de Acústica Y EEA SYMPOSIUM-TERRASSA. Outubro, 2005.
- Carvalho A, e Gonçalves. 2008. Espaços verdes de Bragança. Câmara Municipal de Bragança. Portugal.
- Feliciano M., Maia F., Gonçalves A. Ribeiro A., Francisco M. Sónia F., Nunes L. 2009. Soundscape evaluation in urban green spaces: The case study of Bragança, Portugal. Comunicação escrita apresentada na XIII World Forest Congress 2009, Buenos Aires, Argentina.
- Santos, L. C. e Valado, F., 2004. O mapa de ruído municipal como ferramenta de planeamento. *Acústica 2004*, Guimarães. <http://www.sea-acustica.es/Guimaraes04/ID162.pdf>.
- WHO, 1999. *Guidelines for Community noise*. Edited by Birgitta Berglund, Thomas Lindvall e Dietrich H. Schwela, World Health Organisation (WHO). Geneva. Switzerland.
- Yang W. E Kang J. 2005. Acoustics comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics* 66. 211-229.
- Zannin, P. H. T., Diniz, F. B., Barbosa, A. B. 2001. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. *Applied Acoustics*, 63, 351- 358.