Guimarães - Portugal
acústica 2004
paper ID: 173 /p.1

Cartografia de Ruído em Grandes Cidades

J. L. Bento Coelho e D. Alarcão

CAPS – Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal, bcoelho@ist.utl.pt

RESUMO: O Regime Legal sobre a Poluição Sonora, Decreto-Lei nº 292/2000 de 14 de Novembro, exige das Câmaras Municipais a elaboração de mapas de ruído para enquadrar os respectivos instrumentos de ordenamento do território e como base de elaboração dos planos de redução de ruído. A nova Directiva Europeia 2002/49/EC sobre gestão e redução de ruído ambiente requer a avaliação acústica através de mapas de ruído em aglomerados com mais de 100.000 habitantes e a elaboração dos correspondentes planos de acção.
Os grandes espaços urbanos, pela elevada densidade da ocupação humana e pela concentração de fontes de ruído, representam desafios metodológicos importantes na elaboração da cartografia de ruído no sentido desta correctamente traduzir a situação de ruído ambiente. A gestão dos dados de base e dos resultados a obter bem como a sua precisão exige técnicas e algoritmos de cálculo e análise específicos e experimentados. Estes são adaptados para cada modelo previsional utilizado para os diferentes tipos de fonte de ruído.
O presente artigo descreve a experiência do Grupo de Acústica e Controlo de Ruído do CAPS-IST, responsável pela elaboração das cartas de ruído das cidades de Lisboa, de Almada e de Loures e de grandes infra-estruturas de transporte (rodoviário, ferroviário e aéreo). Aqueles são grandes espaços urbanos com todos os tipos de fontes de ruído e com todas as tipologias de usos do solo. São apresentados extractos dos mapas de ruído e descritas as suas aplicações.

ABSTRACT: The Portuguese Noise Pollution Act of 2000, Decree-Law nº 292/2000 of November 14, requires the local authorities to draw noise maps for the preparation and updating of the Land Use Plans. They are also to be used as a basis for the development of Noise Reduction Plans where the limits of the different noise zones are exceeded. The new European Directive 2002/49/EC on the assessment and management of environmental noise also requires all agglomerations with more than 100,000 inhabitants and major transport infrastructures to draw the corresponding noise maps and noise action plans.
The assessment of noise in large cities represents the biggest challenge, owing to the high population density and the combination of different noise sources contributing to the overall noise environment. The assessment method must be carefully chosen in order to accurately describe the acoustical environment. The data and the presentation of the results have to be managed so that the noise maps can be used as reliable, efficient and very useful tools. The calculation methods have to be flexible and validated by experiment for each type of noise source.
This paper describes the extensive experience of the Group of Acoustics and Noise Control of CAPS-IST, who was in charge of drawing the noise maps of the Cities of Lisbon, Almada and Loures as well as of large transport infrastructures (road, railway and air traffic). Those cities include all types of land use and of noise sources. Examples and applications of the noise maps are shown and described.

1. INTRODUÇÃO

Os mapas de ruído representam distribuições espaciais de níveis sonoros. Permitem uma visualização rápida e eficaz dos ambientes sonoros em espaços onde os usos do solo possam ter sensibilidade ao ruído e, como tal, ser afectados por emissões de ruído. Permitem, ainda, e como tal, uma apreciação imediatista e intuitiva da exposição ao ruído dos espaços exteriores.

Os espaços urbanos são aqueles que configuram as situações mais complexas em termos de ruído ambiente e da sua avaliação. Para além de compreenderem usos diversificados como habitação, escolas, centros de saúde, espaços de reflexão e lazer que apresentam elevada sensibilidade ao ruído, estes espaços incluem estruturas urbanas de transportes, comércio ou entretenimento que se podem constituir como significativas fontes de ruído.
O actual quadro legislativo nacional sobre ruído ambiente (Regime Legal sobre a Poluição Sonora, aprovado pelo Decreto-Lei nº. 292/2000 de 14 de Novembro) requer a elaboração de mapas de ruído pelas autarquias para avaliação do ruído ambiente e informação para os planos de ordenamento do território. A Directiva Europeia 2002/49/EC sobre avaliação e gestão do ruído ambiente exige a elaboração de mapas de ruído para aglomerações com mais de 100.000 habitantes e para grandes estruturas de tráfego rodoviário, ferroviário ou aeroportuário.
A cartografia de ruído aparece, assim, tanto a nível nacional como europeu, como uma ferramenta obrigatória de análise de ruído ambiente. Para grandes cidades, colocam-se alguns desafios metodológicos que importa considerar no sentido de serem obtidas boas relações custo/benefício e resultados de utilização e aplicação prática eficaz e consistente com o grande objectivo que é a melhoria do ambiente sonoro nas áreas utilizadas pelas populações.

2. METODOLOGIA

Os mapas de ruído podem ser obtidos através de métodos experimentais ou de cálculo. As medições conduzem a uma carta de ruído estática e global, onde não é possível diferenciar fontes sonoras. Embora estas cartas possam traduzir a realidade durante os períodos de amostragem, a recolha de níveis sonoros de longo termo (conforme recomenda a Norma Portuguesa NP-1730, ISO 1996) representa uma dificuldade. Os cálculos previsionais conduzem a mapas de ruído flexíveis e facilmente actualizáveis. Cada fonte sonora é tratada separadamente, o que permite avaliar influências diferenciadas. Esta metodologia exige modelos de emissão e propagação fiáveis e um conjunto extenso de dados relativamente precisos relativos aos terrenos, ao construído e às fontes emissoras de ruído.
Embora na década de 80 e inícios da década de 90 tenham sido genericamente utilizados métodos de cartografia de ruído baseados em medições, são os métodos de cálculo que são actualmente preferidos e recomendados para grandes cidades.
O Grupo de Acústica e Controlo de Ruído do CAPS-IST elaborou, já, os mapas de ruído das Cidades de Lisboa, de Almada e de Loures e colaborou na elaboração do mapa de Hong-Kong com base em técnicas de cálculo. Os mapas resultantes constituem-se em bases de dados relativos às áreas urbanas (topografia e construções), suas fontes sonoras, níveis sonoros de emissão e de recepção, usos do solo e graus de exposição ao ruído das populações. Estes dados podem ser alterados ou trabalhados em qualquer momento para actualização, estudo de cenários alternativos ou de desenvolvimento, elaboração de planos de pormenor ou de planos de redução de ruído.
O modelo desenvolvido para a área urbana é aferido com base em técnicas de visualização 3-D e em medições de ruído em locais seleccionados aleatoriamente ao longo da área da cidade.

A Figura 1 mostra uma imagem do modelo de uma área urbana que permite avaliar da correcta modelação dos terrenos, implantação dos edifícios, de vias de tráfego e outras fontes sonoras.

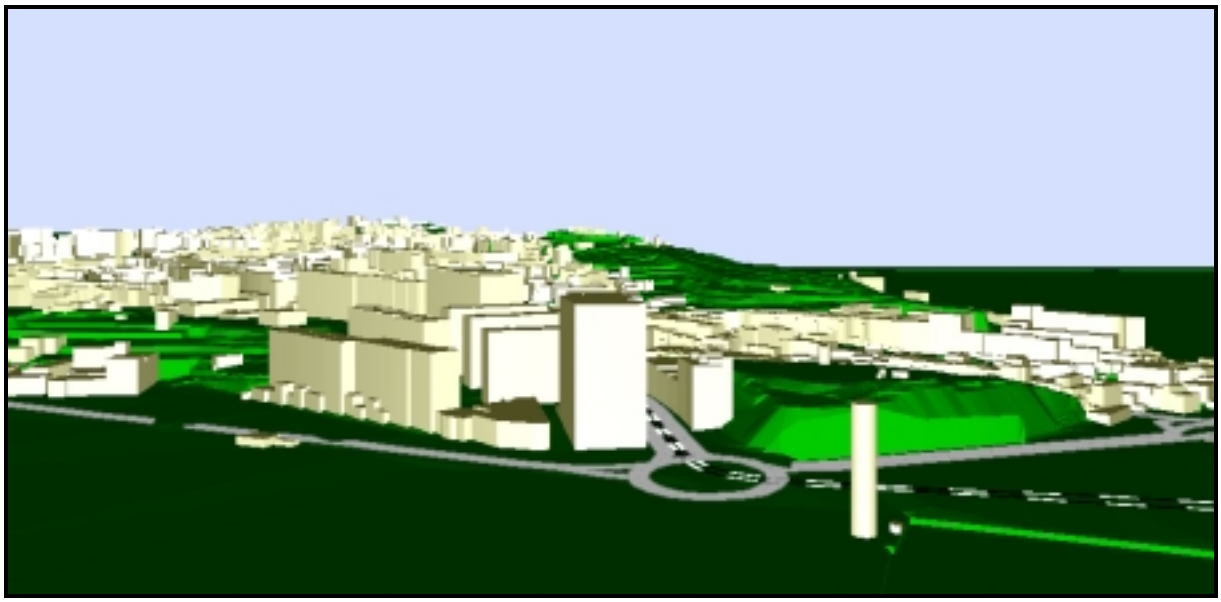

Figura 1 – *Imagem tridimensional do modelo digital do terreno, obstáculos e fontes de ruído numa área urbana*

Um mapa de ruído constitui um nível de informação que se sobrepõe complementarmente à informação geográfica. Esta contém dados sobre os terrenos, edifícios e outras construções, planimetria e altimetria, e sobre as fontes emissoras de ruído, estradas, linhas férreas, aeroportos e aeródromos, indústria, zonas de entretenimento e outras.
Os dados acústicos que são apresentados sob a forma de carta de ruído resultam dos cálculos de radiação e propagação sonora de cada uma das fontes de ruído. Os cálculos são efectuados nos vértices de uma malha cuja dimensão depende da complexidade do espaço urbano em análise. As dimensões desta malha podem variar entre 5 m e 30 m, geralmente.
Os níveis sonoros são representados em curvas de igual intensidade sonora, isófonas, ou em manchas de cores distintas, seguindo-se, em geral, o código de cores definido na NP-1730.
O Instituto do Ambiente emitiu em Outubro de 2001 o documento “Elaboração de Mapas de Ruído, Princípios orientadores” que define um conjunto de procedimentos básicos para a cartografia de ruído. A nível europeu, o EU Noise Policy Working Group 4 on Noise Mapping, desenvolveu um conjunto de recomendações de apoio à Comissão Europeia e à implementação da nova Directiva 2002/49/EC, que culminaram com a publicação em 22/08/2003 pela Comissão Europeia da Recomendação de 6 de Agosto de 2003, relativa aos métodos interinos recomendados no texto da Directiva. Em final de 2003, o Working Group on Assessment of Exposure to Noise, que sucedeu ao Working Group 4, produziu o documento “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure”, que recomenda procedimentos práticos e expeditos para

a cartografia de ruído. Actualmente, encontra-se em fase final de desenvolvimento o projecto Harmonoise cujo objectivo é a definição de um novo método de cálculo para emissão e propagação de ruído de tráfego rodoviário e ferroviário que será tomado como método harmonizado de previsão por todos os estados membros, a partir de 2007. Entretanto, os métodos de cálculo a adoptar na elaboração dos mapas de ruído deverão ser os métodos aprovados a nível nacionais ou os recomendados na Directiva ou similares.
A Figura 2 mostra um extracto do mapa de ruído de Loures, na sua versão estratégica, para informação do Plano Director Municipal (PDM) do Concelho.

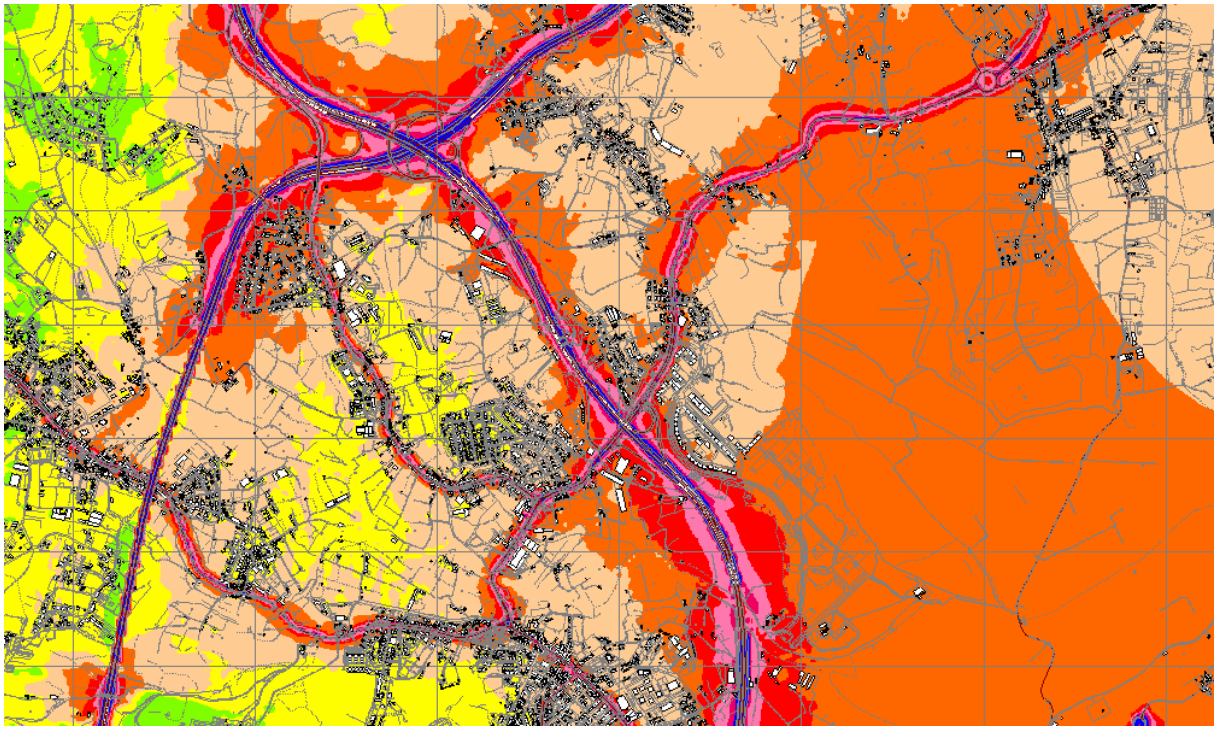

Figura 2 – *Extracto do mapa de ruído estratégico de Loures*

Pode observar-se uma grande diversidade de zonas e usos do solo, bem como de fontes sonoras. Para além de núcleos urbanos com uma intrincada malha rodoviária, observam-se grandes eixos viários que atravessam extensas zonas rurais de baixa ocupação. Observa-se, ainda, uma zona exposta a ruído de tráfego aéreo proveniente do Aeroporto da Portela.
As Figuras 3 e 4 mostram a cartografia de ruído para uma mesma área de Almada, nas versões estratégica e de pormenor.
A informação do primeiro tipo é a requerida pelo Regime Legal sobre a Poluição Sonora para os PDM e pela Directiva para análise de grandes problemas. A comparação com os resultados de uma análise mais detalhada (na Figura 4) é clara – trata-se da ferramenta adequada à elaboração de Planos de Pormenor, de análise de cenários e dos trabalhos de urbanismo onde a gestão do ruído é parte importante. Esta é, também, a ferramenta adequada para a elaboração de planos de redução de ruído onde a avaliação de soluções e das correspondentes relações benefício/custo é crucial. Estas foram as vias seguidas pelas grandes cidades, não só em Portugal, como as já referidas, mas em outros países europeus.

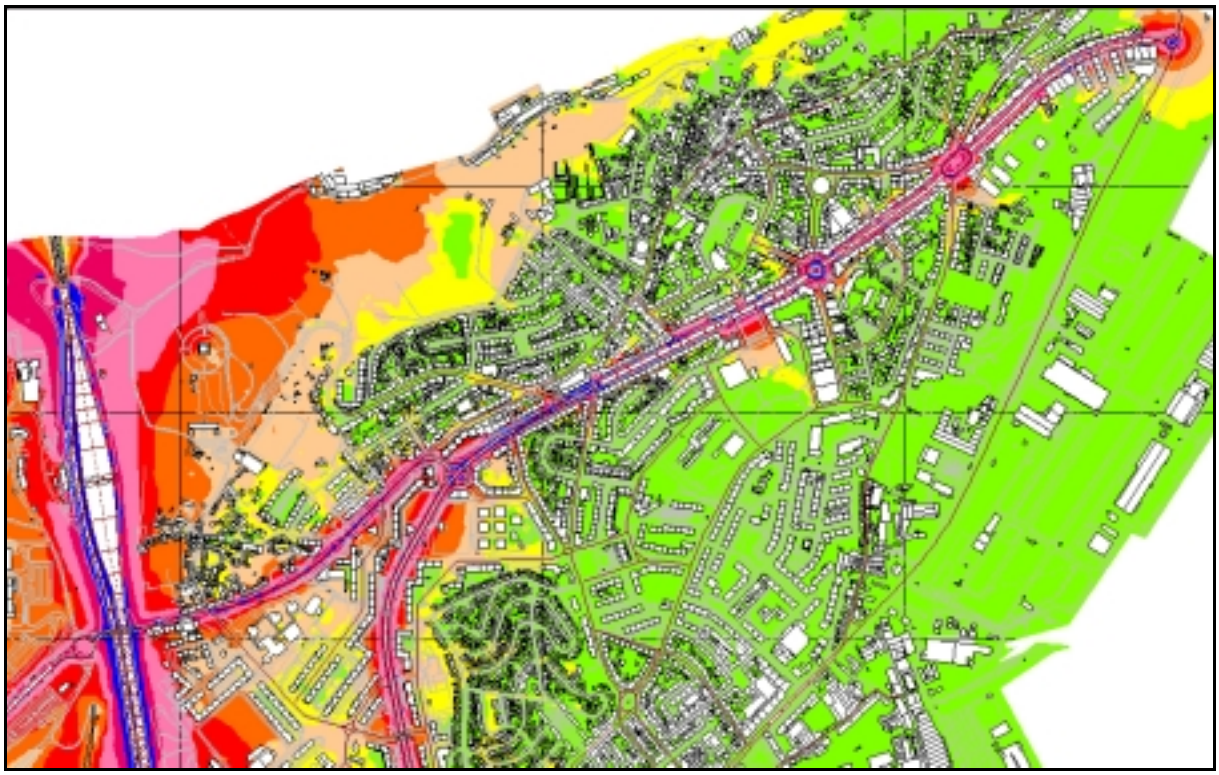

Figura 3 – Extracto do mapa de ruído estratégico de Almada

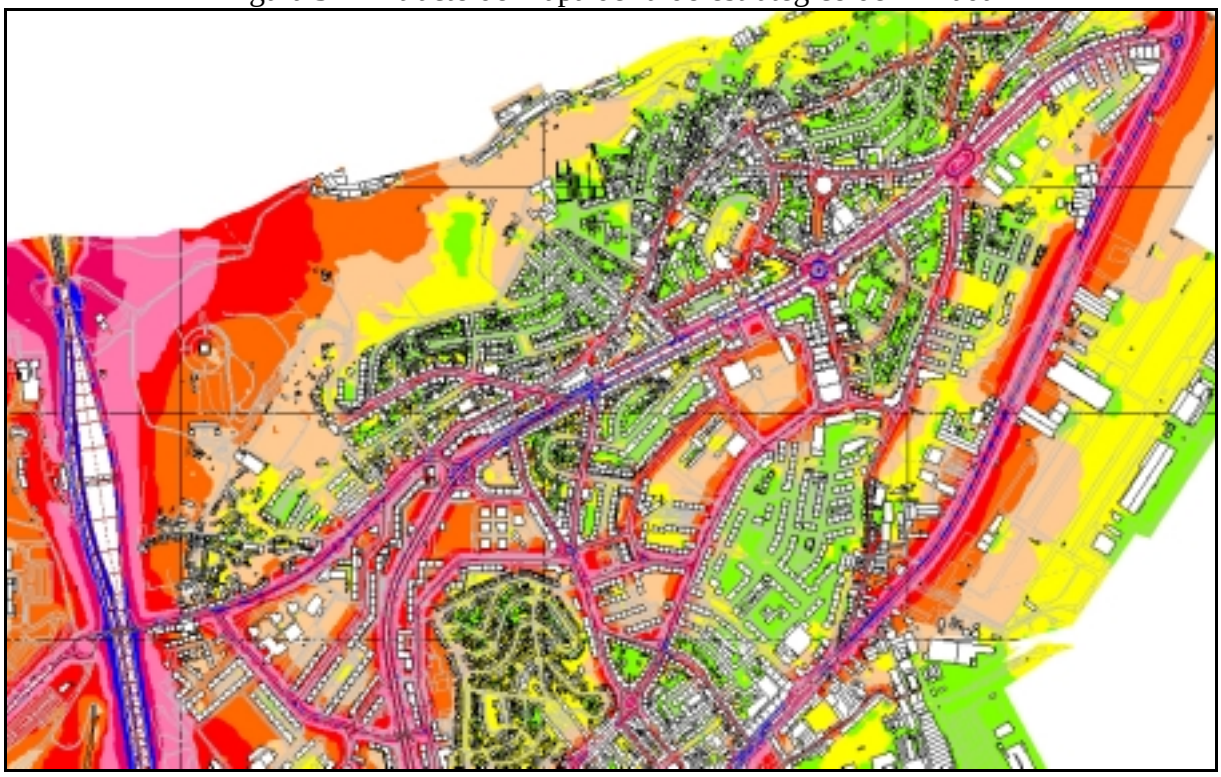

Figura 4 – *Extracto do mapa de ruído de Almada*

3. CENÁRIOS DE EVOLUÇÃO

Uma grande cidade é um espaço dinâmico onde co-existem, sobretudo na Europa, edifícios novos e antigos, diferentes estruturas de tráfego e zonas de distintas tipologias: residenciais, escolares, comerciais e de lazer.
A zona do Campo Grande, em Lisboa, por exemplo, inclui um extenso parque, um Campus Universitário, uma área desportiva e outra hospitalar, mas também zonas residenciais e comerciais. O seu ambiente sonoro encontra-se perturbado fortemente por ruído de intenso tráfego rodoviário e aéreo. Outras áreas, no entanto, como Chelas ou a Alta de Lisboa, encontram-se em desenvolvimento e são, actualmente, alvo de urbanização.
As Figuras 5 e 6 mostram extractos do mapa de ruído da Cidade de Almada correspondentes aos cenários antes e após a instalação do metro ligeiro de superfície. Este é uma infra-estrutura que atravessa a cidade e zona envolvente e introduzirá alterações profundas no sistema de transporte local e na mobilidade das pessoas. Como tal, será susceptível de alterar o ambiente acústico existente.
Os mapas de ruído constituem-se, então, como ferramentas privilegiadas para estudo de cenários alternativos de distribuição de tráfego. Mas são, igualmente, ferramentas poderosas de comunicação com técnicos e população em geral pela fácil e imediata percepção dos resultados.

4. PLANOS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Os Planos de Redução de Ruído são obrigações das autarquias consagradas tanto no Regime Legal sobre a Poluição Sonora como na Directiva Europeia. As zonas urbanas onde forem encontrados níveis sonoros em excesso dos limites estabelecidos no zonamento acústico devem ser alvo de estudo de soluções de controlo de ruído e estabelecida uma estratégia (técnica, temporal) faseada de intervenção – o plano de redução.
As cartas de ruído permitem uma análise diferenciada das contribuições das distintas fontes de ruído, dos efeitos dos terrenos e obstáculos (edifícios, outras construções) e das características intrínsecas e extrínsecas de cada uma das fontes de ruído para o ruído ambiente global em cada local. Como tal, permitem testar diferentes soluções e fases de intervenção para prever os correspondentes benefícios em termos da redução do ruído urbano e da exposição ao ruído das populações da cidade.
A Figura 7 mostra um extracto do mapa de ruído da Cidade de Lisboa numa zona onde foi recentemente desenvolvido um Plano de Urbanização que incluía um Plano de Redução de Ruído para a zona.
O Plano contempla estratégias de intervenção urbana para controlo de ruído. Foram avaliados os resultados através da comparação do ambiente sonoro antes e depois. Este assunto é descrito em outro artigo [1].

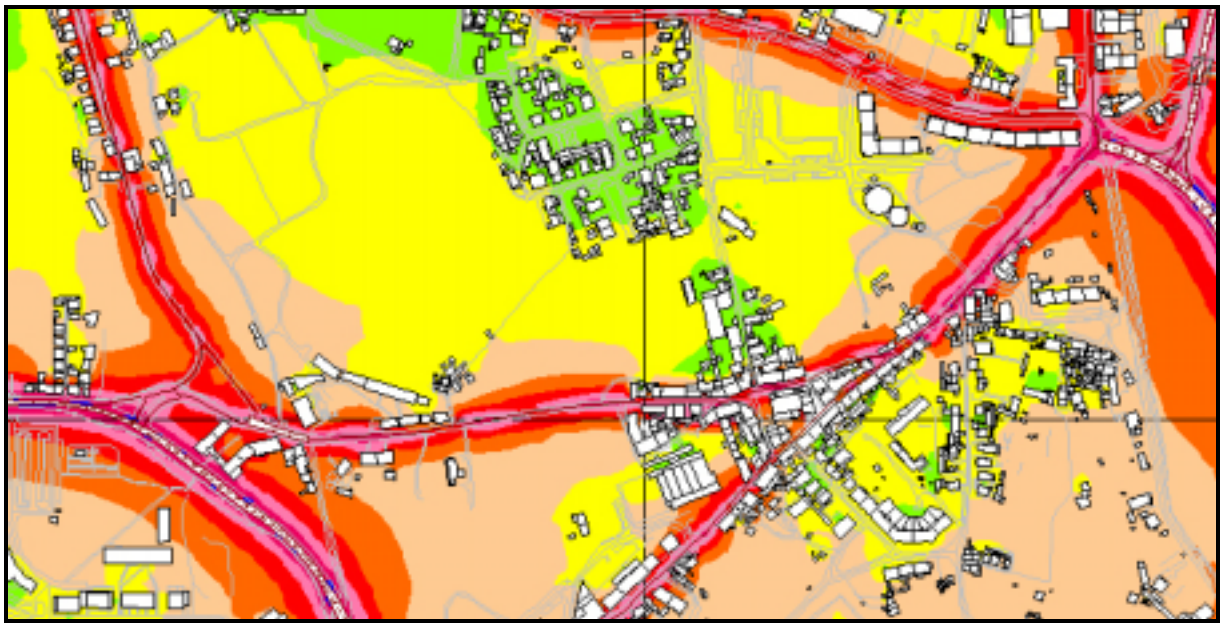

Figura 5 – *Extracto do mapa de ruído de Almada, cenário actual*

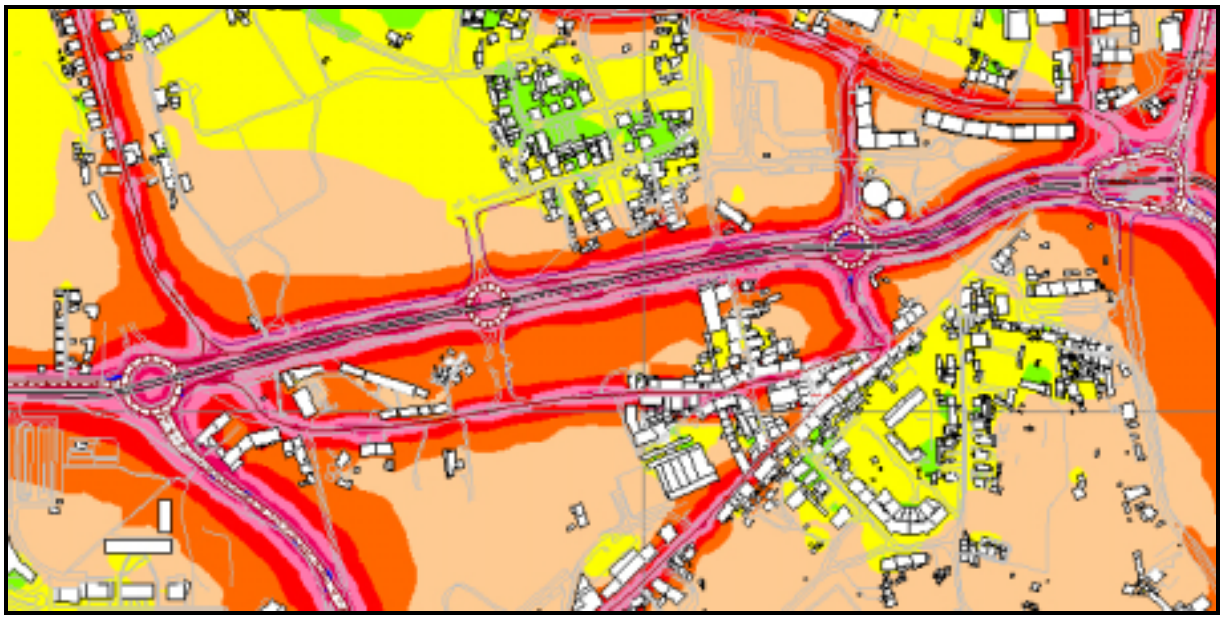

Figura 6 – *Extracto do mapa de ruído de Almada, cenário após instalação do MST*

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Em cidades de grande dimensão, as cartas de ruído constituem-se como ferramentas poderosas e preciosas na gestão do espaço urbano e do seu ambiente sonoro. Foram mostrados exemplos dos trabalhos desenvolvidos para Lisboa, para Almada e para Loures.

Os mapas de ruído permitem uma análise detalhada e individualizada da exposição ao ruído de diferentes fontes sonoras. Permitem desenhar planos de intervenção com controlo dos benefícios de cada uma das acções de per si.
Os mapas de ruído não conseguem, no entanto, traduzir adequadamente a forma como o ruído é percebido na sua composição e nem a significância de cada uma das suas componentes. Não aparece clara a correlação entre os níveis sonoros representados graficamente e as respostas subjectivas (percepção, incomodidade) das pessoas. Neste sentido, a equipa do CAPS-IST tem vindo a desenvolver mapas de ruído qualitativos para zonas urbanas, que revelam enormes potencialidades. Os resultados são apresentados em outro artigo [2].

Figura 7 – *Extracto do mapa de ruído de Lisboa (zona oriental)*

AGRADECIMENTOS

Os trabalhos aqui apresentados foram desenvolvidos ao abrigo de Protocolos estabelecidos entre o IST, através do Centro de Análise e Processamento de Sinais (CAPS), e as Câmaras Municipais de Lisboa, de Almada e de Loures.

REFERÊNCIAS

[1] J. L. Bento Coelho; *Ruído em Cidades – Estratégias de Gestão e Redução*. In Proceedings of ACUSTICA 2004, Guimarães, Portugal, 2004.
[2] M. Boubezari and J.L. Bento Coelho; *The limit of audibility as a perceptive criterion for qualitative maps*. In Proceedings of ACUSTICA 2004, Guimarães, Portugal, 2004.