



# O Mapa de Ruído Municipal como Ferramenta de Planeamento

Luís Conde Santos and Fátima Valado

*Grupo Absorsor, Taguspark - Edifício Tecnologia I, n.º 11,2780-920, Oeiras, Portugal, [www.absorsor.pt](http://www.absorsor.pt)*

**RESUMO:** Mais de uma centena de municípios portugueses estão actualmente a elaborar, ou terminaram recentemente, o seu primeiro mapa de ruído à escala municipal. Trata-se de uma obrigatoriedade legal, para articulação com os instrumentos de planeamento do território, decorrente do DL 292/00, que a explicita como aplicável a todos os municípios – um âmbito bem mais alargado que o estritamente decorrente da Directiva 2002/49/CE – e para o cumprimento da qual o Instituto do Ambiente tem vindo a disponibilizar verbas.

O primeiro mapa de ruído de um município que, tipicamente, se baseia num modelo acústico em computador e que descreve o estado actual do ruído no município, é apenas uma primeira etapa que, se devidamente implementada, potencia a criação de um verdadeiro sistema de informação e gestão do ruído no município, com base no modelo inicialmente desenvolvido.

Esta comunicação aborda o tema dos mapas de ruído municipais na óptica do planeamento territorial, apresentando exemplos da sua aplicação como ferramenta de grande utilidade para os responsáveis pelo ordenamento e planeamento do território municipal, em articulação com os responsáveis pela gestão ambiental.

**ABSTRACT:** More than a hundred Portuguese municipalities are now working on, or have recently finished, their first noise map at a municipal scale. According to the noise regulations (DL 292/00) this is a legal obligation, in the framework of municipal land use planning, which must be fulfilled by all municipalities – a much wider range of application than that defined by the European Directive 2002/49/CE. The national administration has been partially financing these noise mapping projects.

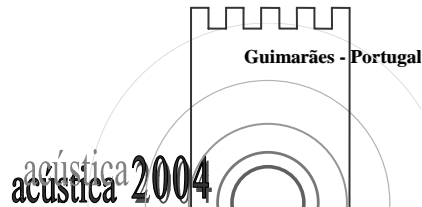
The first edition of the noise map, typically based on a computer model and describing the present noise situation of the municipality, should be seen as the first step to build a true noise information and management system, based on the computer model initially developed.

This presentation focus on municipal noise mapping in the framework of land use planning, showing examples of its application as a very useful tool for municipal planning, in coordination with environmental management.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de técnicas de modelação da emissão e propagação sonora, a par do grande aumento das capacidades de memória e cálculo dos sistemas informáticos, permitiram o aparecimento nos últimos anos de programas informáticos capazes de modelar, com boa precisão e relativa rapidez, as mais complexas situações de geração e propagação de ruído. Os resultados são normalmente apresentados sob a forma de linhas isofónicas e/ou manchas coloridas, representando as áreas cujo nível de ruído se situa numa dada gama de valores, sendo designados por “mapas de ruído”.

Actualmente estes mapas de ruído não resultam directamente de medições de ruído ambiente realizadas ao longo de toda a área a analisar – para que tal fosse possível com um mínimo de representatividade, seriam necessárias milhares de medições, com durações de vários dias ou



semanas (dependendo da variabilidade do ruído ambiente) por cada ponto de medida ! Além de que, dessa forma, o mapa de ruído funcionaria apenas como um “retrato” estático da situação actual, não podendo ser utilizado para equacionar cenários futuros, prever a eficácia de planos de acção, etc.

De uma forma geral, a forma mais indicada para a elaboração de mapas de ruído é através de modelação em computador, recorrendo apenas a medições de ruído pontuais para aferição do modelo e, também, para caracterização de fontes de ruído do tipo industrial ou outras que não sejam facilmente modeláveis com base nas suas características e parâmetros de funcionamento.

Os mapas de ruído municipais não devem ser considerados como um fim em si, mas antes como ferramentas para gerir, melhorar ou preservar a qualidade do ambiente sonoro, ou dos vários ambientes sonoros específicos existentes no território municipal, sendo essencial a sua articulação com os planos municipais de ordenamento do território, PMOTs. Para tirar o máximo benefício desta ferramenta, o município deverá encarar o projecto do seu primeiro mapa de ruído à escala municipal como a base para um sistema de informação e gestão do ruído, que deverá poder ser integrado no sistema mais vasto de informação e gestão do território municipal – por exemplo, através da incorporação dos mapas de ruído no SIG, quando este esteja disponível. A disponibilização do mapa de ruído na internet, por exemplo, pode hoje em dia ser também uma componente importante no âmbito da informação ao munícipe.

Embora a propagação de ruído seja um problema eminentemente de âmbito local, muitas das infraestruturas que produzem ruído, existentes ou projectadas, atravessam vários municípios [1]. Há ainda infraestruturas (por exemplo, um aeroporto, ou uma autoestrada bordejando os limites do concelho) que, estando situadas num dado concelho, afectam consideravelmente o ruído de um concelho vizinho. Há por isso claras vantagens na cooperação intermunicipal ao nível do ruído, em articulação com os previstos Planos Intermunicipais de Ordenamento do Território, o que naturalmente será feito pelas Comunidades Urbanas e Comunidades Intermunicipais que se estão a constituir, papel esse já assumido por algumas (poucas) das actuais associações de municípios que, inclusivamente, souberam explorar as evidentes economias de escala decorrentes da contratação dos mapas de ruído em simultâneo para todos os concelhos associados. Esta cooperação, se complementada por uma boa coordenação regional, a cargo das CCDRs, e pelo estabelecimento de directrizes, centralização e disseminação de informação, a cargo do Instituto do Ambiente, poderá resultar numa forma muito eficaz de gerir o ruído ambiente, em todas as suas vertentes, contribuindo decisivamente para uma optimização de recursos e obtenção do máximo resultado, no que realmente interessa: conhecer e reduzir a exposição da população ao ruído ambiente, e prevenir aumentos excessivos da mesma no futuro.

Paralelamente, compete aos municípios assegurar o cumprimento dos requisitos regulamentares no que respeita às características acústicas dos edifícios e ao critério de incomodidade no interior de edifícios – aspectos não reflectidos geralmente nos mapas de ruído, que se reportam apenas ao ruído ambiente no exterior – e controláveis sobretudo através dos instrumentos de licenciamento de construção e de utilização.

## 2. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO MUNICIPAIS

A metodologia para elaboração dos mapas de ruído municipais que têm vindo a ser realizados pelo dBLab, pode-se resumir conforme ilustrado na figura 1.

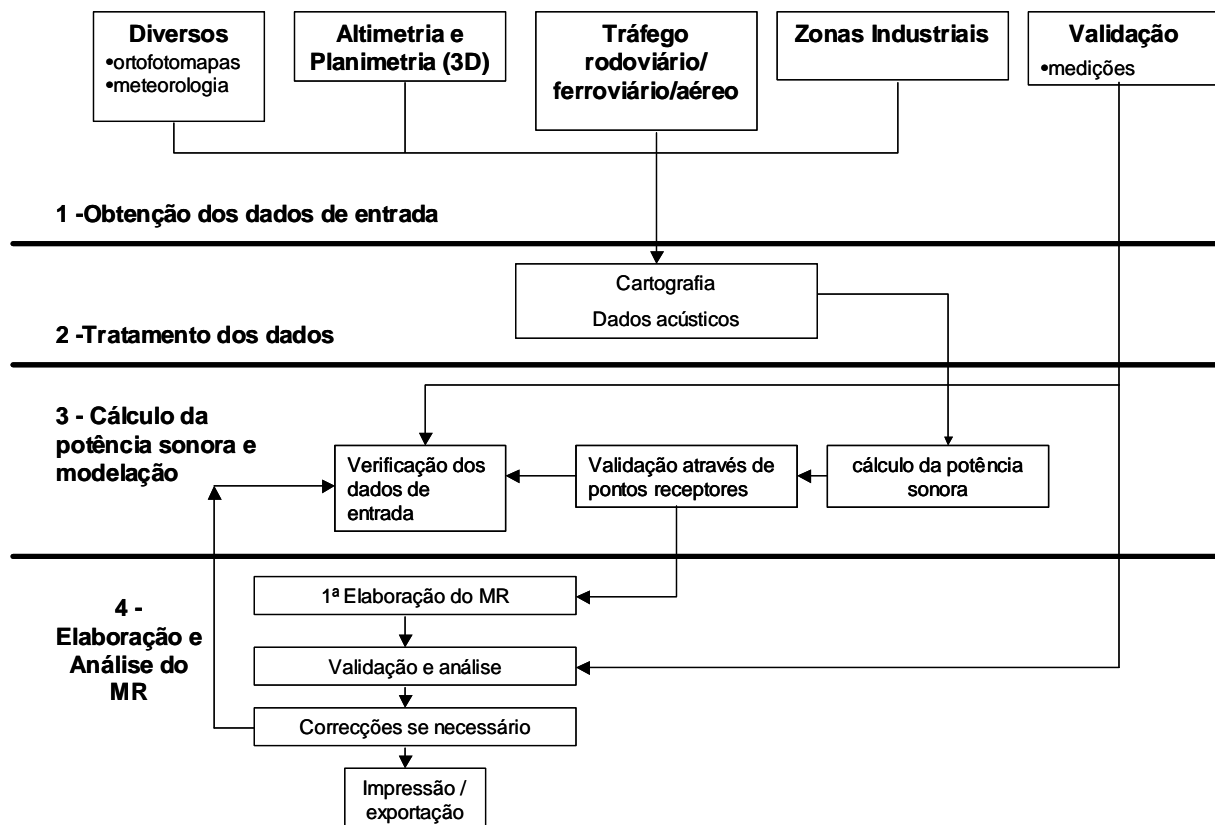


Figura 1 – Metodologia para elaboração de mapas de ruído municipais

A obtenção de dados de entrada e o respectivo tratamento constituem uma parte substancial do processo, sendo necessário grande cuidado nestas fases, dado que o rigor do mapa de ruído, obtido a partir de um modelo computacional, está fortemente dependente da qualidade dos dados introduzidos no modelo. Evidentemente que o rigor necessário depende do objectivo do mapa, o que se relaciona basicamente com a escala de trabalho: tipicamente 1:25.000 ou 1:10.000 para articulação com um Plano Director Municipal, e 1:5000, 1:2.000, ou mesmo 1:1000, para articulação com um Plano de Urbanização ou de Pormenor [2]. São no entanto de evitar simplificações desnecessárias, como seja o agrupamento de edifícios que estejam individualizados na planimetria disponível – o que se possa ganhar em tempo de cálculo não compensa o trabalho extra necessário e põe em causa a possibilidade de, posteriormente, vir a utilizar o modelo para cálculos mais refinados, por exemplo, para um plano de pormenor [3].

Nas figuras seguintes ilustram-se alguns passos do processo de elaboração de um mapa de ruído municipal.

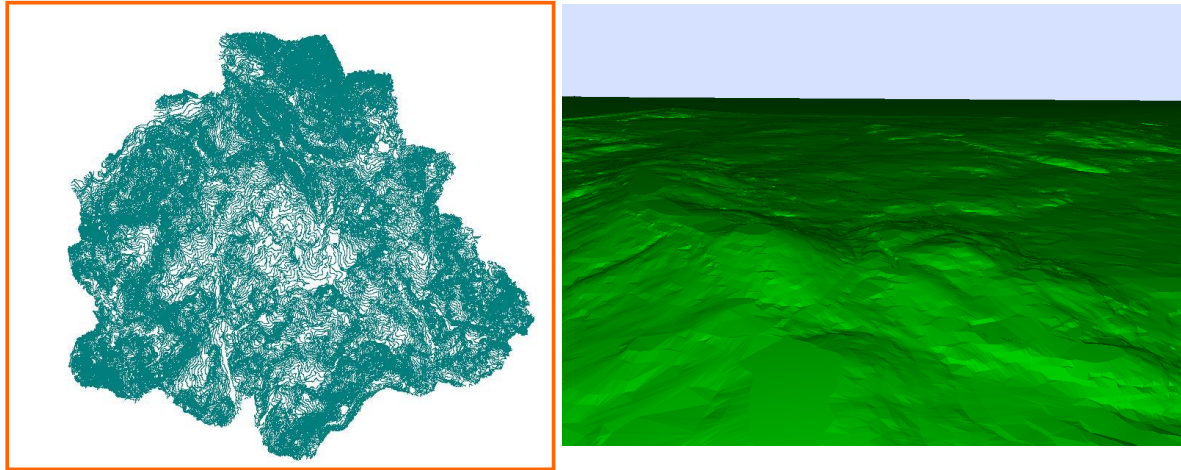


Figura 2 – Importação de altimetria (curvas de nível, pontos cotados) e criação de modelo digital do terreno

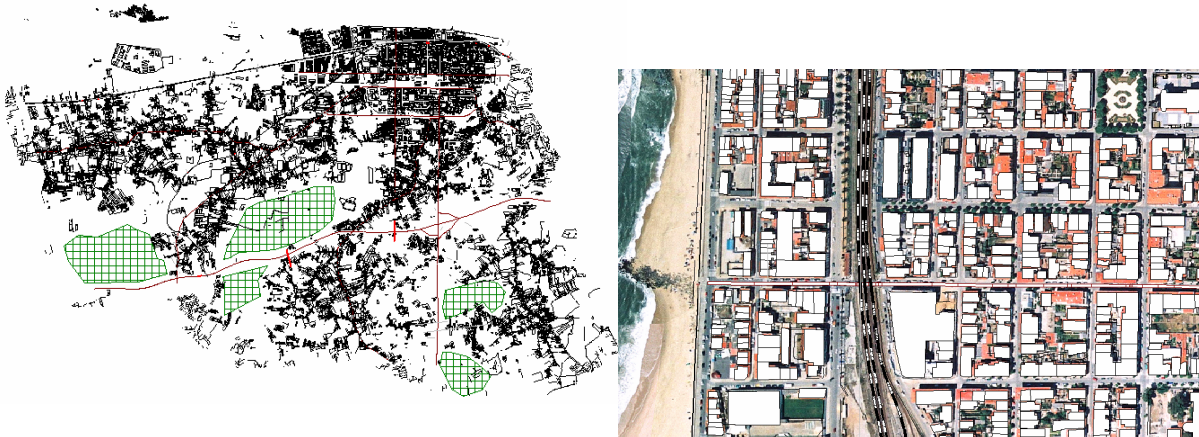


Figura 3 – Importação de planimetria (edifícios, muros, eixos de via, zonas verdes) e respectiva sobreposição a ortofotomapa para validação ou actualização, se necessário

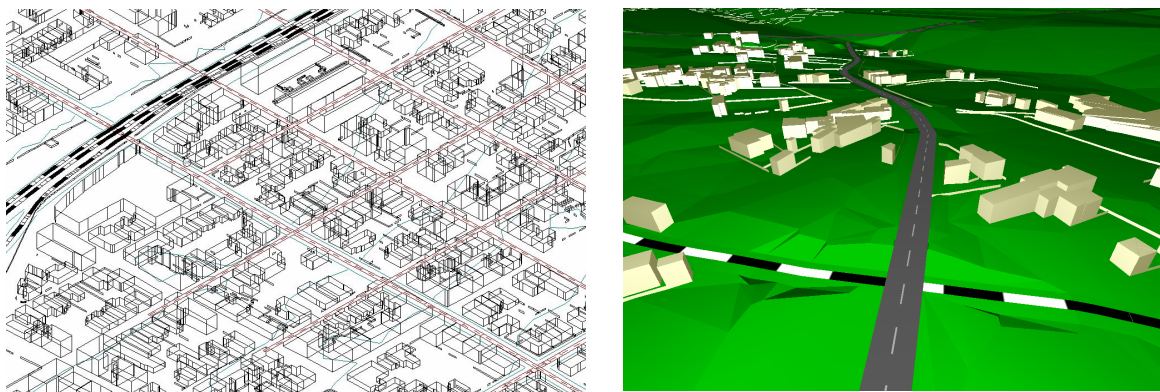


Figura 4 – Tratamento da cartografia (altura de edifícios, correcções na implantação de vias)

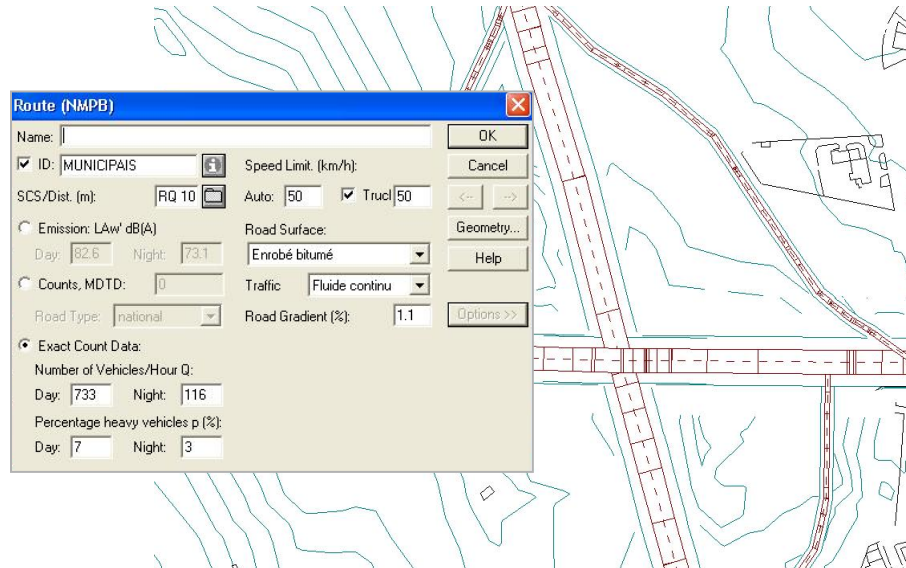


Figura 5 – Introdução dos parâmetros relevantes para as várias fontes de ruído

O mapa de ruído resultará, assim, de cálculos realizados de acordo com um modelo matemático em que se consideram os seguintes elementos fundamentais:

- modelo geográfico da zona a estudar, incluindo a cartografia em 3D georeferenciada, dados sobre a cobertura vegetal do terreno, implantação e dimensões de edifícios, dados meteorológicos da região, etc.;
- fontes de ruído, caracterizadas pela sua posição no sistema de coordenadas, dimensões, potência sonora e tipo de directividade, sendo estas determinadas geralmente a partir de um conjunto de parâmetros segundo o tipo de fonte (por exemplo para as fontes rodoviárias: volume de tráfego, velocidade de circulação e percentagem de veículos pesados, entre outros), sendo nalguns casos necessário efectuar medições de ruído para determinar a potência sonora da fonte, nomeadamente no caso de indústrias;
- grelha de receptores, geralmente definida a uma dada cota acima do terreno, acompanhando a topografia, e cuja densidade de receptores tem implicação directa com a resolução espacial do mapa de ruído e com o tempo de cálculo associado, sendo necessário estabelecer um compromisso equilibrado entre estes dois aspectos;
- métodos de cálculo da propagação sonora entre fontes e receptores, geralmente simulada através de raios sonoros que definem percursos de transmissão fonte-receptor, incluindo difracção e reflexão em obstáculos, atenuação com a distância por divergência geométrica e por absorção na atmosfera, existindo métodos normalizados recomendados para o efeito.



### **3. UTILIZAR OS MAPAS DE RUÍDO PARA O PLANEAMENTO**

#### **3.1 Potencialidades dos Mapas de Ruído**

A utilização da técnica dos mapas de ruído como ferramenta de planeamento e de ordenamento do território municipal permite, entre outras coisas:

- Quantificação do ruído na área em estudo e possibilidade de avaliar a exposição da população – n.º ou % de pessoas expostas a intervalos de nível de ruído, tipicamente de 5 em 5 dB – ao nível de toda uma região, concelho ou cidade.
- Disponibilização de uma base de dados, para planeamento urbano: localização de actividades ruidosas e de zonas mistas e sensíveis, ao nível do PDM, ou de PU e PP.
- Utilização não apenas para avaliar/analisar mas também para influenciar e avaliar alternativas de desenvolvimento ao nível municipal ou intermunicipal.
- Possível modelar diferentes cenários de evolução futura e realizar a previsão do impacte sonoro de infra-estruturas e actividades ruidosas ainda em projecto, ao nível municipal, intermunicipal, regional ou mesmo nacional.
- Identificar zonas de conflito entre os níveis de ruído existentes e a classificação da zona, hierarquizar zonas por prioridade de intervenção e estabelecer um Plano de Redução de Ruído, podendo “testar-se” várias soluções a incluir nesse plano (ex.º: redução de velocidade ou de volume do tráfego em certas artérias, criação de uma “circular” externa ao centro da cidade [4], alteração do tipo de piso de uma estrada, introdução de taludes e vegetação para protecção sonora, introdução de rotundas em lugar de cruzamentos com semáforos).
- Identificar quais as principais fontes de ruído para um dado receptor, ou conjunto de receptores, e especificar qual a redução de ruído necessária em cada fonte para atingir um dado nível de ruído total no receptor, na óptica do critério de exposição máxima, ou um dado diferencial entre ruído ambiente e ruído residual, na óptica do critério de incomodidade.
- Calcular níveis de ruído nas fachadas de edifícios já existentes ou a construir, em estudos ao nível de plano de pormenor, ou mesmo em fase de licenciamento da construção, para definir requisitos de isolamento de fachada.
- Dimensionamento optimizado de barreiras de protecção sonora, por exemplo sob a forma de taludes de terra, para atenuação de ruído proveniente de infraestruturas de transporte, indústrias ou actividades de lazer ruidosas.

Para potenciar ao máximo a utilidade dos mapas de ruído, um município que subcontrate a elaboração do mapa de ruído inicial, deve, no mínimo, exigir que os mapas lhe sejam fornecidos em suporte informático, em formato compatível com o seu SIG e, opcionalmente, em formato HTML, organizado de modo a permitir uma posterior publicação na página “web” do município. No entanto, dadas as limitações dos SIG no que respeita a cálculos acústicos – não são minimamente adequados para tal efeito ! – se um município, ou conjunto de municípios associados, quiser tirar o máximo partido do modelo acústico desenvolvido, tem duas opções: adquirir um software que lhe permita dispor internamente de um verdadeiro

“sistema de informação e gestão do ruído” (e naturalmente formar um técnico para o utilizar), ou subcontratar serviços especializados, mediante contrato-avença ou caso a caso. Em qualquer dos casos, é de notar que, uma vez estando feito o primeiro mapa de ruído e construído o modelo acústico do município, desde que este tenha sido devidamente preparado sem demasiadas simplificações, o trabalho acrescido para obter dados adicionais do modelo, mesmo a escalas de trabalho mais detalhadas, não é muito grande, pelo que os custos também não o serão.

### 3.2 Exemplos de Aplicação

(a) Mapa de Ruído do concelho, para articulação com o PDM, onde são incluídas as fontes de ruído mais importantes dentro do concelho e sua vizinhança. Na figura 6 pode ver-se como a exposição da população ao ruído tende a aumentar fortemente com a densidade de ocupação do território e a influência de fontes de ruído em concelhos vizinhos.

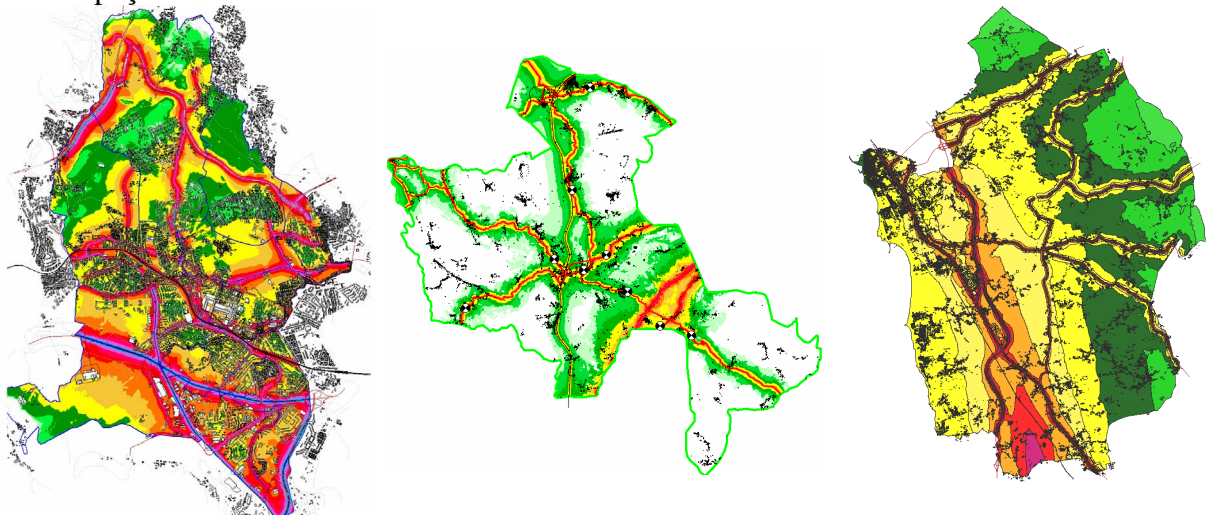


Figura 6 – Mapas de Ruído à escala concelhia, da esq. para a dir.: 23Km<sup>2</sup>/175.000 habitantes; 264Km<sup>2</sup>/21.000 hab.; 149Km<sup>2</sup>/74.000 habitantes/aeroporto em concelho vizinho.

(b) Mapa de Conflitos, para identificação das zonas mais críticas, em termos de ultrapassagem dos valores limite em função da classificação de cada zona.

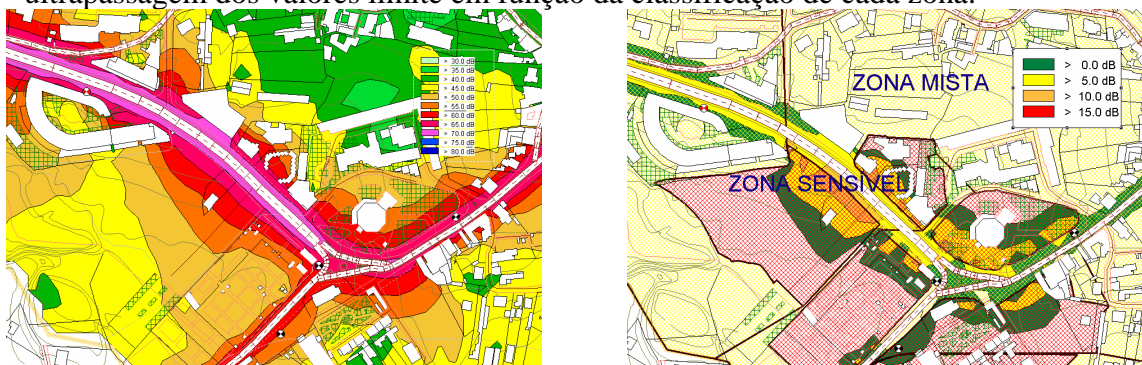


Figura 7 – Extracto de Mapa de Ruído em termos de  $L_{Aeq}$  do ruído ambiente (à esquerda) e sob a forma de Mapa de Conflitos (à direita)

- (c) Avaliação da exposição de edifícios ao ruído, a partir da qual é possível determinar o número de pessoas expostas a classes de ruído, identificar claramente os edifícios mais expostos e analisar a exposição das diferentes fachadas de um edifício (ver figura 8).

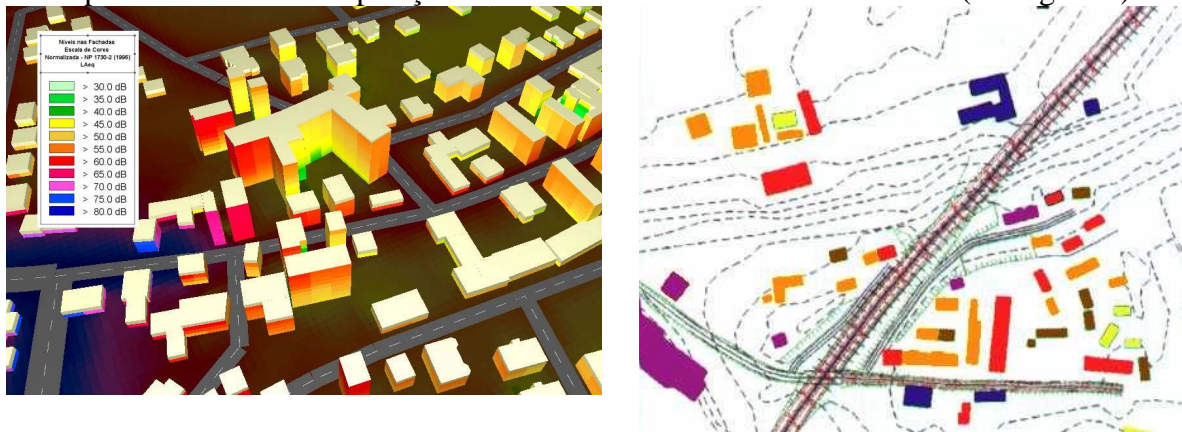


Figura 8 – Mapas de ruído de fachadas em vista 3D e representação dos edifícios com cores, em função do nível de ruído incidente na fachada mais exposta.

## 5. CONCLUSÃO

A tecnologia de mapeamento de ruído, existente hoje em dia, coloca ao dispor dos técnicos envolvidos nos processos de planeamento e ordenamento do território ferramentas que potenciam um verdadeiro salto qualitativo no modo de abordar o problema da poluição sonora. Os mapas de ruído à escala concelhia que estão a ser elaborados em todo o País, se devidamente desenvolvidos e aproveitados, constituem um primeiro passo importantíssimo para que, numa perspectiva de longo prazo, se obtenham ganhos significativos na melhoria do ambiente sonoro, com impactes evidentes na melhoria das condições de vida das populações. Para que tal aconteça, é fundamental que a enorme quantidade de informação contida nestes mapas não fique fechada “a sete chaves” numa gaveta de “coleccionador de informação”, mas que seja efectivamente utilizada como ferramenta de gestão do território, de forma integrada aos vários níveis: desde o plano intermunicipal até ao plano de pormenor.

## REFERÊNCIAS

- [1] W. Probst, B. Huber; *Integration of Area Noise Control Programmes into a Citywide Noise Control Strategy*. In Proceedings of the Institute of Acoustics, Vol. 23, 2001
- [2] DGA/DGOTDU – *Elaboração de Mapas de Ruído – Princípios Orientadores*. Outubro 2001.
- [3] W. Probst; *Implementation of the EU-directive on environmental noise - Requirements for calculation software and handling with CadnaA*. Maio, 2003. Artigo disponível em [www.datakustik.de](http://www.datakustik.de).
- [4] W. Probst and B. Huber; *Calculation and Assessment of Traffic Noise Exposure*. Sound and Vibration, July 2000.