

# Previsão do Nível de Ruído Ambiental na Zona de Intervenção do Programa Polis em Castelo Branco

P.J. Sequeira Gonçalves, N.O. Fernandes, A.M. Fernandes

Departamento de Engenharia Industrial, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco,  
Av. Empresário, 6000-767 Castelo Branco, Portugal.  
Tel. +351 272 339 300, Fax: +351 272 339 399,  
e-mail: pgoncalves@est.ipcb.pt

**RESUMO:** A gestão do Ruído Urbano envolve geralmente tarefas que vão desde a monitorização à elaboração de mapas do ruído. Adicionalmente existe uma variedade bastante elevada de tipos de ruído provenientes de diferentes fontes tais como indústrias, comércio, transportes e de diferentes formas de actividades recreativas. Neste artigo apresentamos um estudo de previsão do nível de ruído ambiental na zona de intervenção do Programa Polis da cidade de Castelo Branco. O estudo é baseado no projecto de reconversão do centro da cidade de Castelo Branco, que inclui variadas alterações urbanísticas, particularmente ao nível da rede de comunicações viária. Como suporte ao trabalho apresentado foi utilizado um estudo de tráfego para a situação após obras. Os resultados são apresentados através de mapas de ruído, baseados nos métodos de cálculo recomendados pelo Instituto do Ambiente e pela Comissão Europeia, constantes da proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

**ABSTRACT:** Urban noise management generally evolves monitoring noise levels or noise mapping. Additionally there exists a large variety of noise sources, such as industries, commerce, traffic (road, railway or flight paths) and different forms of entertainment activities. In this paper is presented a study that lead to the prediction of environmental noise levels in an urban area of the city of Castelo Branco, delimited by the "Programa POLIS" intervention in the city. The study is based in the reconversion project of the city center, which includes several urban changes, mainly in the road traffic system. As a support for the present work, it was used a previous presented traffic prevision study for the pos-intervention scenario. The results are presented in the form of noise map, based on the calculation methods recommend by the European Commission and by Portuguese Government published by "Instituto do Ambiente", related to the assessment and management of environmental noise.

## 1. INTRODUÇÃO

O ruído ambiente ou ambiental pode ser definido como um som externo indesejado ou prejudicial, criado por actividades humanas, incluindo o ruído emitido por meios de transporte, tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e instalações utilizadas na actividade industrial, tais como as definidas no anexo I da Directiva 96/61/CE do Conselho, de 24 de Setembro de 1996.

O ruído tornou-se um dos factores de degradação da qualidade de vida das populações, sobretudo nos centros urbanos, em que o ritmo de desenvolvimento, o aumento da mobilidade e o incremento da mecanização tornam evidentes os seus efeitos.

A Política de ruído ambiente, tanto em Portugal como na Europa tem sofrido alterações radicais, nos últimos anos. Com a publicação em Portugal do Regime Legal da Poluição Sonora (RLPS) aprovado pelo Decreto-lei nº 292/2000 e com as alterações introduzidas pelo Decreto-lei nº 259/2002, a prevenção do ruído e o controlo dos níveis de exposição das populações assumem agora uma importância crescente.

Os mapas de ruído (ou SICMs - *Sound Immission Contour Maps*) constituem uma ferramenta de apoio à decisão sobre planeamento e ordenamento do território. Estes permitem a apresentação de dados sobre uma situação acústica existente ou prevista em função de um indicador de ruído, representado graficamente o perfil do ruído de uma determinada área geográfica, na qual os níveis sonoros se apresentam como curvas de nível num mapa topográfico convencional, de forma similar à apresentação de curvas isotérmicas num mapa meteorológico.

Em várias cidades Europeias têm sido levados a cabo mapas de ruído, usando as actuais técnicas computacionais. Um exemplo é o projecto da cidade de Birmingham, um dos maiores do Reino Unido, abrangendo um milhão de habitantes.

Em Portugal encontramos-nos a dar os primeiros passos, tendo recentemente o Instituto do ambiente levado a cabo um projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído, com intuito de estabelecer directrizes para a sua elaboração.

Neste artigo apresentamos um estudo de previsão do nível de ruído ambiental na zona de intervenção do Programa Polis da cidade de Castelo Branco. O estudo é baseado no projecto de reconversão do centro da cidade, onde estão previstas várias intervenções, nomeadamente demolição, recuperação e construção de edifícios, reestruturação da rede viária, incluindo a construção de túneis e ciclo vias, recuperação e construção de estacionamento superficiais e subterrâneos.

Este mapa tem como principal intuito constituir a base que permitirá medir a eficiência de iniciativas futuras de controlo de ruído, permitindo preservar zonas com níveis sonoros regulamentares, corrigir zonas com níveis sonoros não regulamentares e criar novas zonas sensíveis ou mistas com níveis sonoros compatíveis.

O presente artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: na secção 2 é apresentada a metodologia usada para na elaboração dos mapas de ruído; na secção 3 é tratado o processo de aquisição e manipulação de dados; na secção 4 procede-se à apresentação e discussão dos resultados da previsão dos níveis sonoros e por último, na secção 5, são apresentadas as principais conclusões retiradas do estudo.

## 2. METODOLOGIA

A informação necessária à elaboração de mapas de ruído pode ser obtida utilizando medições acústicas ou modelos de cálculo, tendo sido esta última a abordagem seguida neste projecto. Para tal foi utilizado o software de previsão de níveis sonoros MITHRA [1]. O software segue os métodos de cálculo recomendados pela Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho [2], relativa à avaliação e gestão de ruído ambiente, para cada tipo de fonte sonora, à excepção das ferrovias.

Na zona de intervenção do Programa Polis de Castelo Branco a qualidade do ambiente em termos acústicos depende essencialmente das emissões provocadas pelo tráfego rodoviário, uma vez não são significativas as emissões das fontes de ruído ferroviário e aéreo. Isto deve-se ao facto de, não passarem aeronaves, não existirem corredores aéreos na cidade, a estação de comboios se situar a 500 [m] do limite da zona de intervenção e ainda ao facto de nesta não existir tráfego ferroviário significativo.

Para o cálculo do ruído rodoviário foi usado o método de cálculo francês NMPB 96 [3] Este método é baseado na decomposição de uma fonte linear de tráfego rodoviário numa série de fontes pontuais, equivalentes. Para cada fonte pontual, os níveis de potência acústica são determinados e juntamente com um modelo de propagação que inclui efeitos meteorológicos, combinados de forma a obter o nível de ruído no receptor.

O modelo de fontes sonoras atribui uma potência acústica por unidade de comprimento da via em função de variáveis tais como a densidade, velocidade, composição do tráfego, natureza da via etc.

O modelo de propagação quantifica as correcções sobre o nível sonoro devidas a múltiplas variáveis, tais como a distância às vias rodoviárias, absorção do terreno, reflexões, efeitos de difracção, ângulo de visão de uma via, etc. A importância desta variáveis depende do ambiente ao qual se aplica o modelo. Em ambientes urbanos, são essenciais os efeitos de reflexão, por exemplo. Em ambientes extra-urbanos poderão ser importantes os efeitos como os de absorção do terreno. No geral os efeitos de correcção são fortemente dependentes da frequência.

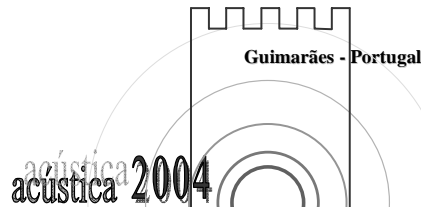
O modelo de propagação usado pelo MITHRA permite duas condições de propagação: *favorável* à propagação, e *homogénea* onde os efeitos meteorológicos não têm influência na propagação. O método assume que quando as condições meteorológicas não são favoráveis as condições de propagação homogénea devem ser assumidas. Daqui resulta que o método não permite situações em que as condições meteorológicas ajudam a reduzir a propagação do ruído, tendendo a sobre estimar os níveis de ruído num longo prazo.

No nosso estudo as condições meteorológicas foram assumidas como 30% favoráveis, devido à ausência de dados à data do estudo e com base na recomendação do Instituto do Ambiente [4]. Neste sentido será de esperar que alguns dos valores previstos possam ser pessimistas, i.e. apresentem valores de ruído superiores àqueles que na realidade possam vir a existir.

O software de previsão permite obter níveis sonoros expressos em termos do indicador  $L_{Aeq,LT}$ , nível sonoro médio de longa duração, a uma determinada altura do solo de acordo com a norma NP 1730 [5].

Resumidamente, o processo de elaboração de mapas de ruído através de modelos de previsão passa genericamente pelas seguintes fases:

- a) **Formulação do Problema.** Consiste na definição clara dos objectivos a atingir. É geralmente necessário, nesta fase, especificar abrangida, a área de estudo, o tipo de fontes sonoras a considerar e a escala da cartografia entre outros factores.
- b) **Aquisição de dados.** Consiste na recolha de informação relativa a fontes sonoras (tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e de indústrias), a dados geográficos (estradas, caminhos de ferro, edifícios, curvas de nível, etc.) e dados relativos às condições meteorológicas.



- c) **Programação do modelo.** Consiste na introdução dos dados recolhidos na *fase b* e na definição de parâmetro de cálculo (número de pontos de cálculo, a altura de cálculo, o número de raios, reflexões e intercepções).
- d) **Validação do modelo.** O processo de alcançar um nível aceitável de confiança de que as inferências do modelo são correctas. Esta validação é normalmente feita através da confrontação dos valores previstos com os valores medidos.
- e) **Execução do Modelo.** Consiste em colocar o modelo a efectuar todos os cálculos necessários para a determinação dos níveis sonoros.
- f) **Documentação.** Os resultados de análise devem ser claramente e concisamente documentados, com a área abrangida, o período de referencia, o tipos de fontes sonoras consideradas etc. Cada mapa de ruído deve, ainda, ser acompanhado de uma memória descritiva, com a explicação das condições em que foi elaborado e dos pressupostos considerados. A memória descritiva deve incluir um resumo não técnico para divulgação pública.

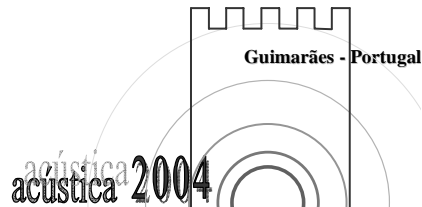
### 3. AQUISIÇÃO E MANIPULAÇÃO DE DADOS

#### 3.1 Área de Estudo

Na figura 1 colocada em anexo, encontram-se ambas, a área abrangida pelo mapa e a área de estudo. A área considerada para o estudo de previsão do nível de ruído ambiental, inclui a zona de intervenção do Programa POLIS em Castelo Branco, delimitada a azul escuro. A área de estudo é contudo mais abrangente. De facto, a área para a qual se pretende construir o mapa de ruído poderá não ser exactamente igual à área de estudo, dado que poderão existir fontes de ruído fora da área do mapa susceptíveis de influenciar os seus níveis sonoros.

#### 3.2 Fontes Sonoras

Com base na reorganização viária proposta para a situação após obras de intervenção [6] e com informação obtida junto da Câmara Municipal de Castelo Branco, foi possível estabelecer a rede viária que irá existir futuramente na zona pós-intervenção. Foram ainda consideradas as vias de tráfego principais da cidade que se encontram fora da zona em estudo, mas que têm influência, através de ruído de fundo no ruído na zona de intervenção do Programa POLIS, de acordo com o discutido na secção 3.1. Os valores de tráfego utilizados no presente trabalho, nomeadamente o tráfego médio horário e a respectiva percentagem de pesados, foram facultados pelo estudo referido anteriormente [6] que definiu as principais vias de circulação e o tipo de tráfego que as atravessa. Com base nesta informação e no facto de terem sido realizadas contagens nas vias onde as obras entretanto terminaram, foram obtidos os valores de tráfego que serviram de base à elaboração do mapa de ruído. A velocidade do tráfego foi ajustada ao tipo de via, estando condicionada pelo facto de as ruas serem bastante estreitas na zona em estudo. As características construtivas das vias, por exemplo se são de asfalto ou de paralelos, foram identificadas através de um exaustivo trabalho de campo.



### 3.2 Cartografia Digital

A cartografia digital disponibilizada pelo Sociedade Polis de Castelo Branco, permitiu obter os seguintes dados na escala 1:2000 (na qual o mapa foi elaborado):

- Curvas de nível com intervalos de 5 [m]. Seria desejável para a escala referida intervalos de 1 [m], mas tal não foi possível;
- Localização da rede viária, assim como as suas dimensões, muito embora tenham sido necessários realizar alguns ajustes;
- Localização dos edifícios para a situação pós-intervenção, muito embora a respectiva altura tenha sido introduzida manualmente no software de previsão, após trabalho de campo. Optou-se ainda neste caso agrupar prédios sempre que o terreno fosse plano no respectivo quarteirão, como se pode ver na figura 1, para assim diminuir o tempo de cálculo sem diminuir também a precisão do mapa de ruído;
- Localização dos muros, muito embora a respectiva altura tenha sido introduzida manualmente no software de previsão, após trabalho de campo.

## 4. CÁLCULO DA PREVISÃO DE NÍVEIS SONOROS

### 4.1 Software de Previsão de Níveis Sonoros

Para a realização do estudo de previsão de níveis sonoros e respectivo mapeamento, na zona de intervenção do Programa POLIS em Castelo, foi utilizado o software MITHRA versão 4.0. De forma a utilizar correctamente os pacotes de software para previsão de níveis sonoros, entre os existentes no mercado, é necessário compreender e implementar os seguintes procedimentos associados à fase c) Programação do Modelo, da metodologia genérica definida na secção 2. Assim, podemos enumerar os seguintes procedimentos:

- Criar uma base de dados de todas as fontes sonoras que se inserem na área a ser mapeada.
- Associar à base de dados informação sobre a localização espacial das fontes sonoras, normalmente relativamente ao solo.
- Criar uma base de dados sobre os edifícios inseridos na área a ser mapeada, com informação sobre a sua localização e altura.
- Seleccionar o espaçamento entre os receptores necessários para elaborar o mapa de ruído. No software MITHRA só é possível definir o número de receptores, e como tal obter um espaçamento médio indicativo entre os receptores (área associada a cada receptor), ficando deste modo construída a malha de receptores.

- Escolher um modelo adequado para a propagação sonora, de forma a calcular os níveis sonoros em todos os receptores. No presente estudo foi utilizado o modelo francês [3], pelo facto da fonte sonora predominante ser o tráfego rodoviário.
- O último procedimento é o de produzir os mapas de ruído propriamente ditos, através dos valores obtidos pelo modelo para cada receptor e respectiva área associada.

Após serem introduzidos todos os dados no software “MITHRA”, conforme apresentado na secção 3, é necessário proceder à definição dos parâmetros de cálculo do mapa de ruído. A tabela 1 resume os parâmetros utilizados no estudo.

Tabela 1 – Parâmetros de cálculo.

Nº receptores.	Dimensão média da malha.	Altura do mapa	Nº de raios	Nº de reflexões	Nº de intersecções	Comprimento máximo de cada raio
17000	35 [m <sup>2</sup> ]	4 [m]	100	2	99	2 [Km]

Utilizou-se como descritor fundamental do ruído ambiente o nível sonoro contínuo equivalente de longa duração, ponderado A,  $L_{Aeq,LT}$ :

#### 4.2 Apresentação e Análise de Resultados

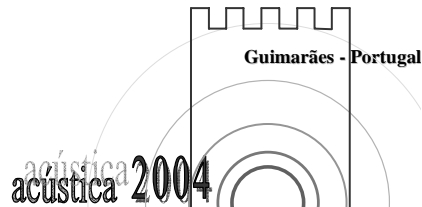
O mapa de ruído apresentado na figura 1 em anexo, foi elaborado na escala 1:2000 e para o período diurno. As cores que definem os vários níveis de ruído seguem a norma NP1730 [5]. Ainda no que respeita à apresentação do mapa de ruído, podemos visualizar:

- a branco, os edifícios ou aglomerados destes;
- a vermelho, os muros;
- a azul claro, as curvas de nível e as vias de tráfego (rodovias).

A zona de estudo em que se encontram níveis de ruído mais baixo, corresponde à zona mais alta da cidade (zona do Castelo). Este facto deve-se essencialmente a que as rodovias não são caracterizadas por uma potência sonora elevada, isto por serem bastante estreitas, terem uma só faixa e aí existir um diminuto trânsito local. Os níveis de ruído mais elevados surgem, como seria de esperar, junto das principais vias de tráfego do centro da cidade, que servem também como vias de atravessamento da cidade. Com a introdução de túneis no centro cívico (zona onde se encontram os receptores 6 e 11), surgem níveis de ruído elevados nas entradas e saídas destes. No entanto, a sua construção no centro cívico levará a uma diminuição dos níveis de ruído, quando comparados com a situação pré-intervenção [7].

## 5. CONCLUSÃO

Neste artigo apresentamos um estudo de previsão do nível de ruído ambiental na zona de intervenção do Programa Polis da cidade de Castelo Branco. Adicionalmente foi definida uma



metodologia genérica para a elaboração de mapas de ruído, baseada em 6 fases: *formulação do problema, aquisição de dados, programação do modelo, validação do modelo, execução do modelo e documentação.*

Os resultados obtidos permitiram concluir o seguinte. A reconversão do centro cívico, com a introdução de túneis, a alteração de sentidos de tráfego e a supressão de vias rodoviárias, conduzirá a uma diminuição global dos níveis de ruído. As previsões obtidas apontam para uma situação compatível com os limites estabelecidos para as zonas mistas no período estudado (período diurno). Relativamente às restantes zonas objecto de intervenção do Programa Polis da cidade foi possível identificar que estas se encontram dentro dos limites de zonas mistas, excepto a zona do castelo que se encontra dentro dos limites para zonas sensíveis. Conclui-se, assim, que nestas zonas a intervenção do Programa Polis não introduzirá alterações face à situação existente.

Como trabalho futuro propõe-se a elaboração de planos de redução de ruído para as zonas em desconformidade com a legislação. Estes planos deverão principalmente incidir na redução de ruído na fonte ou no meio de propagação.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos manifestar o nosso apreço e agradecimento à Sociedade Polis Castelo Branco onde foi realizado o estudo, e também ao Instituto Politécnico de Castelo Branco por ter proporcionado os meios para o desenvolvimento do mesmo.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] 01dB – CSTB; *Manual do Utilizador - Mithra*, 2001.
- [2] DIRECTIVA 2002/49/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 25 de Junho de 2002, relativa à *avaliação e gestão do ruído ambiente*, 2002.
- [3] Y. Gabillet; *La nouvelle méthode de prévision du bruit en application de l'arrêté du 5 mai 1995*, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 1996.
- [4] F. Ramos Pinto, M. Guedes, M.J. Leite; *Projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído – escalas municipais e urbana*, Instituto do Ambiente, 2004.
- [5] NP-1730; *Acústica - Descrição e medição do ruído ambiente*, 1996.
- [6] TRANSES, *Estudo de Incidências Ambientais*, 2002.
- [7] N.O. Fernandes, A.M. Fernandes, P.J. Sequeira Gonçalves; *Avaliação do Impacte Ambiental na Componente Acústica na Zona de Intervenção do Programa Polis de Castelo Branco*, 3as Jornadas Politécnicas de Engenharia, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, pp. 43, Novembro 19-20, 2003.

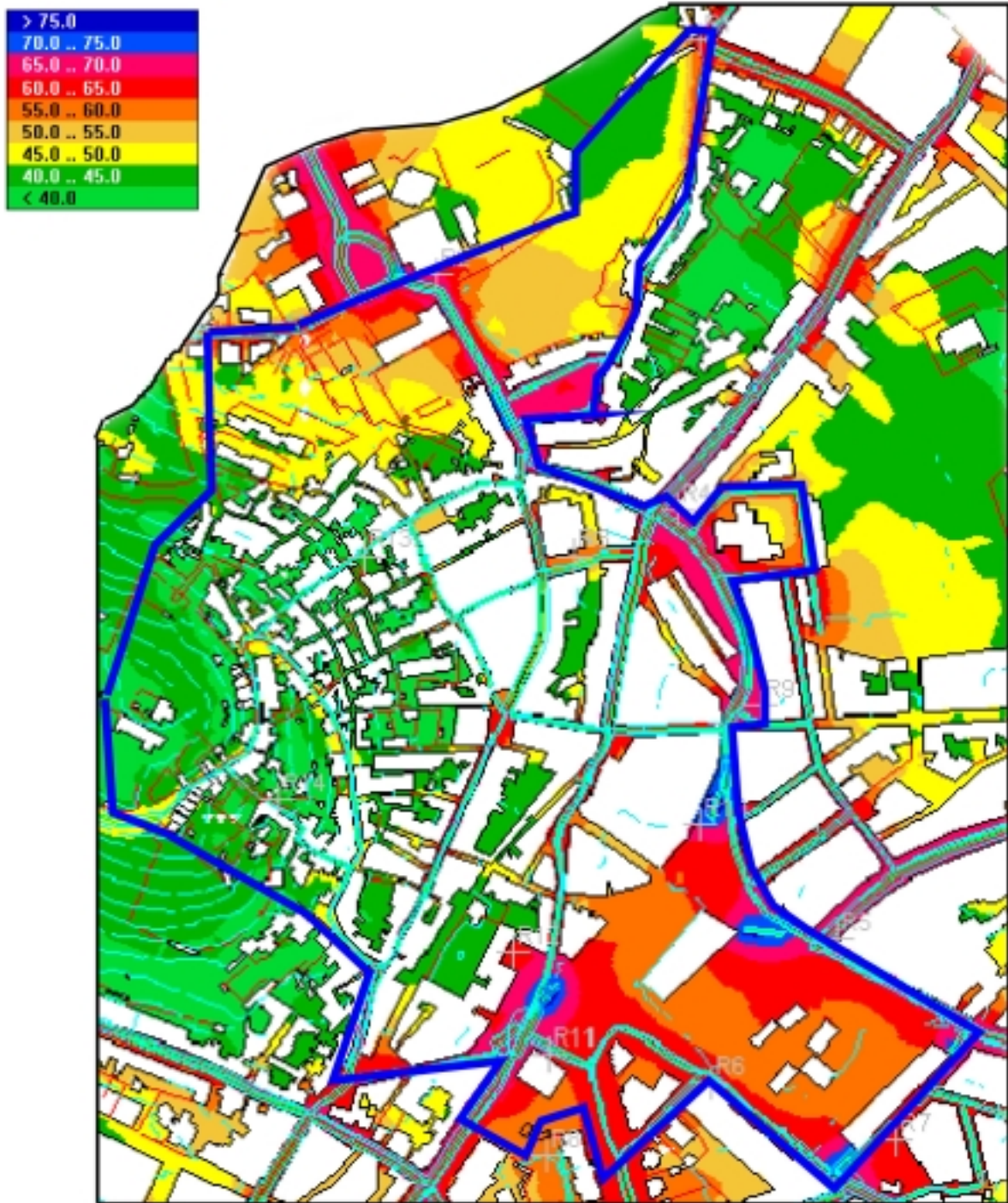


Figura 1 – Mapa de Ruído na zona de intervenção do Programa POLIS.  
Escala de cores em dB(A)