

PLANO DE PORMENOR DE
REABILITAÇÃO DO CENTRO HISTÓRICO
DE TORRES VEDRAS

Processo de Revisão | VERSÃO FINAL

Volume IV - Mapa de Ruído
Relatório

Departamento de Urbanismo
Divisão de Ordenamento do Território

Fevereiro 2010



Torres Vedras
Câmara Municipal

Índice

1. INTRODUÇÃO	4
2. DEFINIÇÕES.....	4
3. EQUIPAMENTO UTILIZADO	6
4. METODOLOGIA	7
5. PONTOS DE MEDIÇÃO	8
5.1. Metodologia e critérios de selecção.....	8
5.2. Resultados das medições	10
6. MODELO.....	10
6.1. Fontes sonoras.....	10
6.2. Resultados do modelo	14
6.3. Análise do mapa gerado.....	15
6.4. Validação do modelo	16
7. PROPOSTA	17
7.1. Alterações introduzidas	17
7.2. Simulação	20
8. CONCLUSÃO	21
8.1. Análise comparativa	21

1. INTRODUÇÃO

Na sequência da necessidade de classificação acústica da área integrada no Plano de Pormenor do Centro Histórico de Torres Vedras, foram recolhidos dados acústicos na zona em questão, com vista à avaliação de conformidade com o disposto no Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, na sua actual redacção.

De acordo com o RGR, as câmaras municipais elaboram mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos de pormenor, sem prejuízo de poderem elaborar mapas de ruído sempre que tal se justifique.

Um mapa de ruído constitui, essencialmente, uma ferramenta de apoio à decisão sobre planeamento e ordenamento do território devendo, portanto, ser adoptado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação.

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo acústico tridimensional de toda a área em estudo e analisados os respectivos resultados, nas seguintes perspectivas:
Níveis de ruído previstos pelo modelo num dado conjunto de pontos receptores, em particular junto das zonas mais críticas devido à sua sensibilidade ao ruído;
Mapas de ruído L_{den} e L_n , considerando as vias rodoviárias como as principais fontes de ruído existentes no local.

A escala utilizada no trabalho foi a escala do PP – 1:1000. A precisão dos cálculos realizados para os mapas de ruído, dependente de vários parâmetros, foi ajustada para a sua apresentação a esta escala.

2. DEFINIÇÕES

Tendo em conta o Decreto-Lei n.º 9/2007, de 16 de Janeiro, alterado pela Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de Março e Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto, entende-se por:

- **Fonte de ruído:** a acção, actividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infra-estrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito.
- **Indicador de ruído:** o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano.
- **Indicador de ruído diurno – entardecer – nocturno (L_{den}):** o indicador de ruído, expresso em dB (A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \cdot \log 1/24 [13 \cdot 10^{L_d/10} + 3 \cdot 10^{(L_e+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_n+10)/10}]$$

- **Indicador de ruído diurno (L_d):** o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano.
- **Indicador de ruído do entardecer (L_e):** o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano.
- **Indicador de ruído nocturno (L_n):** o nível sonoro médio de longa duração conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano.
- **Mapa de ruído:** descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores L_{den} e L_n , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A).
- **Período de referência:** o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

Período **diurno**: das 7 às 20 horas;

Período do **entardecer**: das 20 às 23 horas,

Período **nocturno**: das 23 às 7 horas;

- **Zona mista:** a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afecta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível.
- **Zona sensível:** a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para usos habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno.

Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

ZONAS	L _{den} dB(A)	L _n dB(A)
MISTAS	≤ 65	≤ 55
SENSÍVEIS	≤ 55	≤ 45

Quadro 1 – Valores limites de exposição segundo a classificação de zonamento acústico

De acordo com o descrito na NP 1730-1, de 1996, define-se:

- **Intervalo de tempo de longa duração:** Intervalo de tempo especificado para o qual os resultados das medições são representativos. O intervalo de tempo de longa duração consiste em séries de intervalos de tempo de referência, e é determinado com o fim de descrever o ruído ambiente, sendo, geralmente, fixado pelas entidades responsáveis.
- **Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, em decibel, LAeq (A):** valor do nível de pressão sonora ponderado A de um ruído uniforme que, no intervalo de tempo T, tem o mesmo valor eficaz da pressão sonora do ruído considerado cujo nível varia em função do tempo.
- **Nível sonoro médio de longa duração, LAeq_{LT}:** média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes ponderados A para as séries de intervalos de tempo de referência compreendidos no intervalo de tempo de longa duração. A média pode ser obtida de acordo com o descrito na NP 1730-2:

$$LA_{eq, LT} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 \cdot (LA_{eq, T})_i} \right]$$

3. EQUIPAMENTO UTILIZADO

A aplicação informática utilizada para a modelação do mapa de ruído foi o Predictor 7810, versão 6.2.

Para a recolha de dados acústicos e validação do modelo, utilizou-se o seguinte equipamento:

- 1 Analisador de Ruído B & K modelo 2260; N/S 2063228;
- 1 Calibrador Sonoro modelo 4231; N/S 2272309;
- 1 Tripé.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho estruturou-se nas seguintes etapas:

- definição da área do mapa, da versão, método de cálculo e do modelo;
- recolha de dados cartográficos e geográficos;
- identificação e levantamento da principal fonte de ruído existente na área do plano e sua envolvente, no caso, o tráfego rodoviário;
- recolha de cartografia digital base relativa à altimetria do terreno (curvas de nível), fontes de ruído (rodovias), edifícios e outros obstáculos permanentes à propagação de ruído (muros, barreiras acústicas);
- importação da altimetria para a aplicação informática e criação do modelo digital do terreno (MDT) (tridimensional);
- introdução na aplicação informática dos edifícios e obstáculos permanentes à propagação do ruído e colocação destes em 3D a partir da informação resultante de trabalho de campo;
- caracterização das fontes de ruído com base na Norma NMPB-Routes-96 (tráfego rodoviário);
- análise e tratamento de dados relativamente às fontes sonoras, obstáculos, efeito do solo e padrões de ocupação do solo;
- definição de uma malha de cálculo de 5x5 metros;
- simulação dos níveis de ruído para a área do plano em computador através do software e com base na Norma NMPB-Routes-96 para realizar o referido mapa de ruído;
- validação do modelo com a selecção de pontos de medição em locais estratégicos;
- medição de níveis de pressão sonora em conformidade com a Norma NP-1730 nesses pontos e respectiva comparação com os valores calculados por modelação nas mesmas condições de funcionamento e condições climatéricas;
- impressão final do mapa de ruído.

5. PONTOS DE MEDIÇÃO

5.1. Metodologia e critérios de selecção

A recolha de dados acústicos ocorreu no período compreendido entre Setembro e Novembro de 2009.

Os pontos escolhidos para a realização deste levantamento acústico localizam-se em zonas estratégicas abrangendo, preferencialmente, áreas com maior intensidade de tráfego situadas junto a zonas com ocupação humana sensível.

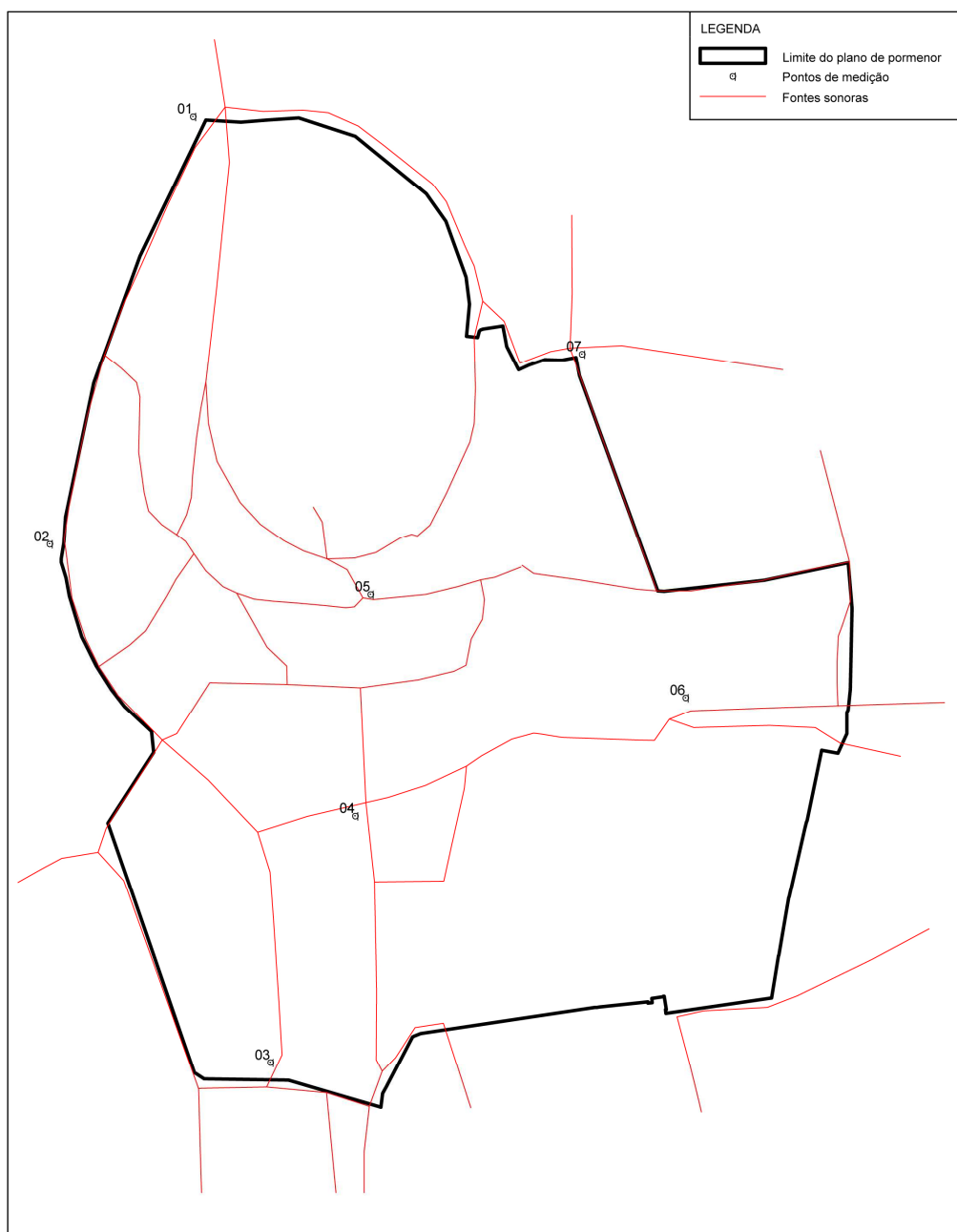


Figura 1 – Mapa com a localização dos pontos de medição

Os pontos de medição correspondem aos seguintes locais:

Pontos de medição		Coordenadas			
		X	Y	Z (solo)	Z (micro)
P1	Ponte de São Miguel	-97689.98	-62933.11	27.7	31.7
P2	Rua São Gonçalo Lagos	-97775.21	-63187.56	27.0	31.0
P3	Campo Várzea	-97644.04	-63495.86	26.0	30.0
P4	Rua da Horta Nova	-97593.74	-63349.16	26.0	30.0
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	-97584.50	-63217.51	38.0	42.0
P6	Largo de São Pedro	-97397.41	-63278.70	29.9	33.9
P7	Largo dos Polomes	-97459.07	-63074.46	27.1	31.1

Quadro 2 – localização dos pontos de medição

Em cada ponto foram efectuadas medições nos três períodos de referência definidos pelo RGR: diurno, entardecer e nocturno.

O primeiro passo efectuado em cada local de medição consistiu na calibração externa do analisador de ruído, seguido da criação de uma directoria identificando o ponto a analisar, na qual eram gravados os resultados das medições.

Para a colocação, no terreno, do analisador de ruído, foram seguidas as definições constantes nas Normas NP 1730-1 e NP 1730-2. De modo a minimizar a influência das reflexões as medições, sempre que possível, foram efectuadas a, pelo menos, 3,5 metros de qualquer estrutura reflectora, à excepção do solo. As alturas de medição utilizadas foram de 4 metros acima do solo.

Na proximidade de edifícios, as posições de medição, quando possível, foram efectuadas a uma distância de 1 a 2 m das fachadas. As medições foram efectuadas sob condições ambientais suficientemente estáveis, com ausência de chuva e ventos fortes.

Cada intervalo de medição teve a duração de 30 minutos, tendo sido, durante esse período, contabilizado o tráfego que passava pelas faixas de rodagem em frente ao sonómetro, em cada sentido. A contagem de tráfego permitiu a distinção dos veículos em ligeiros e pesados (carga total bruta superior a 3500 kg).

Finalizado cada intervalo de medição, obteve-se o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, em decibel, LAeq (A).

Os valores obtidos permitiram o cálculo dos indicadores de ruído Ld, Le Ln e Lden.

5.2. Resultados das medições

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Lden	Ln
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário muito intenso	67.5	58.7
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário muito intenso	68.5	59.5
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	62.3	53.6
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	63.3	53.0
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	52.5	43.9
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário intenso	64.0	55.7
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	63.3	53.6

Quadro 3 - Níveis sonoros obtidos nas medições, expressos em dB(A) – situação de referência

6. MODELO

6.1. Fontes sonoras

A figura 2 identifica e localiza todas as vias com tráfego no Centro Histórico, de acordo com a actual estrutura de circulação rodoviária do Centro Histórico.

Estas vias constituem as fontes sonoras inseridas no modelo.

Todas as vias foram alvo de uma caracterização, que passou pela descrição do tipo de pavimento e contagem do tráfego médio diário anual (TMDA). Esta contagem foi efectuada nos três períodos de referência e teve em atenção as flutuações do tráfego ao longo da semana e do ano.

No quadro 4 são apresentados os dados de entrada no **Predictor v6.20** para a elaboração do modelo de base. Estes foram recolhidos no mesmo período aquando da recolha de dados acústicos.

Nele podemos verificar o código referente ao troço do arruamento ao qual os dados se referem, bem como a velocidade, o tráfego médio horário (TMH) para os períodos de referência, isto é, diurno, entardecer e nocturno, e a diferenciação do tipo de tráfego de ligeiros e pesados.

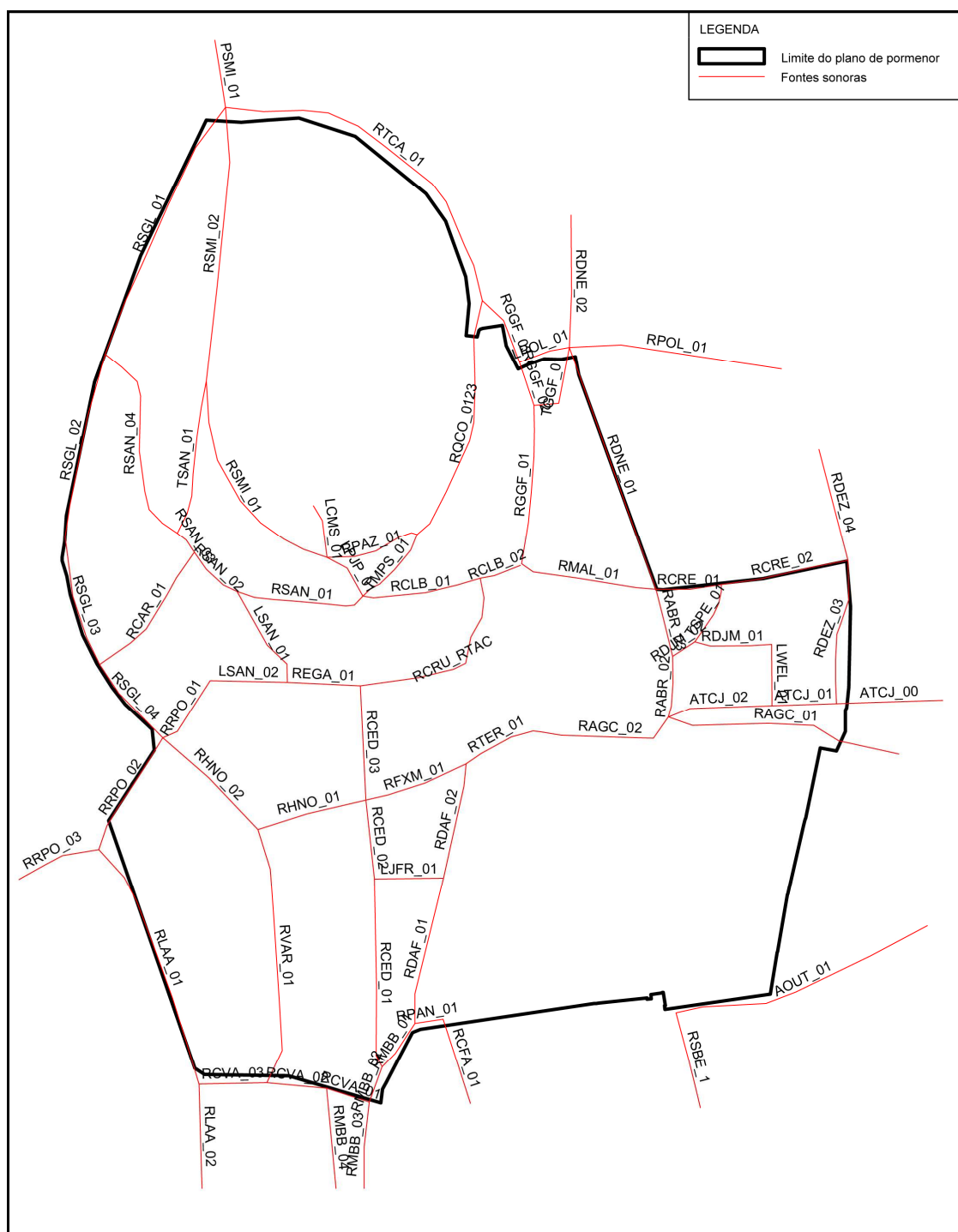


Figura 2 – Mapa com a localização das fontes sonoras

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	VELOCIDADE		TMH (Diurno)		TMH (Entardecer)		TMH (Nocturno)	
		Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
AOUT_01	Avenida 5 de Outubro	30	20	320	6	180	0	68	1
ATCJ_00	Avenida Tenente Coronel Joao Luiz de Moura	30	20	242	3	137	3	51	2
ATCJ_01	Avenida Tenente Coronel Joao Luiz de Moura	30	15	148	1	59	0	16	1
ATCJ_02	Avenida Tenente Coronel Joao Luiz de Moura	30	15	120	1	46	0	14	1
LCMS_01	Largo Coronel Morais Sarmiento	10	0	3	0	2	0	1	0
LJFR_01	Largo Dr. Justino Freire	10	0	5	0	12	0	2	0
LPJP_01	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	10	0	2	0	2	0	1	0
LPOL_01	Largo dos Polomes	10	0	51	0	14	0	3	0
LSAN_01	Largo de Santo António	10	0	1	0	1	0	1	0
LSAN_02	Largo de Santo António	10	0	1	0	1	0	1	0
LWEL_01	Largo Wellington	10	0	38	0	17	0	3	0
PSMI_01	Ponte de Sao Miguel	30	20	743	22	296	4	93	1
RABR_02	Rua 9 de Abril	20	10	196	1	113	0	35	2
RABR_03	Rua 9 de Abril	15	5	135	1	83	0	26	2
RAGC_01	Rua Almirante Gago Coutinho	20	10	132	1	76	0	29	1
RAGC_02	Rua Almirante Gago Coutinho	30	5	78	0	28	0	11	0
RCAR_01	Rua de Carcavelos	20	0	4	0	3	0	2	0
RCED_01	Rua dos Cavaleiros da Espora Dourada	20	0	152	0	63	0	17	0
RCED_02	Rua dos Cavaleiros da Espora Dourada	20	0	147	0	51	0	15	0
RCED_03	Rua dos Cavaleiros da Espora Dourada	15	0	1	0	1	0	1	0
RCFA_01	Rua Carlos França	30	0	22	0	14	0	5	0
RCLB_01	Rua Capitao Luiz Botto Pimentel	15	0	7	0	3	0	3	0
RCLB_02	Rua Capitão Luiz Botto Pimentel	15	0	8	0	4	0	4	0
RCRE_01-02	Rua Cândido dos Reis	20	0	23	0	13	0	6	0
RCRU_RTAC	Rua da Cruz e Rua Traz do Açogue	10	0	1	0	1	0	1	0
RCVA_01	Rua Campo da Várzea	30	0	204	0	97	0	27	0
RCVA_02	Rua Campo da Várzea	30	20	227	9	137	3	43	1
RCVA_03	Rua Campo da Várzea	10	20	312	9	170	3	52	1
RDAF_01	Rua Dr. Aleixo Ferreira	15	0	0	0	0	0	0	0
RDAF_02	Rua Dr. Aleixo Ferreira	20	0	5	0	12	0	2	0
RDEZ_03	Rua 1 de Dezembro	20	15	181	3	102	3	38	2
RDEZ_04	Rua 1 de Dezembro	10	15	181	3	102	3	38	2
RDJM_01	Rua Dr. Joao Menezes	10	0	38	0	17	0	3	0
RDJM_02	Rua Dr. Joao Menezes	30	0	61	0	30	0	9	0
RDNE_01	Rua Dias Neiva	30	20	158	1	89	0	16	2
RDNE_02	Rua Dias Neiva	15	20	187	1	76	0	14	1
REGA_01	Rua Elias Garcia	30	0	1	19	1	5	1	3
RFXM_01	Rua Francisco Xavier de Mello	10	5	83	19	40	5	12	3
RGGF_01	Rua Guilherme Gomes Fernandes	10	0	4	0	2	0	2	0
RGGF_02	Rua Guilherme Gomes Fernandes	10	0	5	0	3	0	2	0
RGGF_03	Rua Guilherme Gomes Fernandes	30	0	61	0	19	0	8	0
RHNO_01	Rua da Horta Nova	30	5	230	0	91	0	27	0
RHNO_02	Rua da Horta Nova	50	5	145	0	58	0	18	0
RLAA_01	Rua Luis Augusto Albino	50	35	498	0	281	0	99	0
RLAA_02	Rua Luis Augusto Albino	50	35	498	0	281	0	99	0
RMAL_01	Rua Mouzinho de Albuquerque	20	0	4	0	3	0	1	0
RMBB_01	Rua Maria Barreto Bastos	15	0	22	0	14	0	5	0
RMBB_02	Rua Maria Barreto Bastos	15	0	174	0	77	0	21	0

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	VELOCIDADE		TMH (Diurno)		TMH (Entardecer)		TMH (Nocturno)	
		Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
RMBB_03	Rua Maria Barreto Bastos	20	0	30	0	20	0	6	0
RMBB_04	Rua Maria Barreto Bastos	30	20	431	9	234	3	70	1
RPAN_01	Rua Paiva de Andrada	15	0	22	0	14	0	5	0
RPAZ_01	Rua da Paz	10	0	1	0	1	0	1	0
RPOL_01	Rua dos Polomes	40	30	89	1	7	1	5	1
RQCO_0123	Rua do Quebra Costas	20	0	1	0	1	0	1	0
RRPO_01	Rua Raimundo Porta	15	0	1	0	1	0	1	0
RRPO_02	Rua Raimundo Porta	40	30	454	6	295	0	96	1
RRPO_03	Rua Raimundo Porta	50	35	536	17	348	3	113	2
RSAN_01	Rua de Santo António	20	0	10	0	5	0	4	0
RSAN_02	Rua de Santo António	20	0	11	0	6	0	4	0
RSAN_03	Rua de Santo António	20	0	14	0	10	0	7	0
RSAN_04	Rua de Santo António	20	0	14	0	9	0	7	0
RSBE_1	Rua Santos Bernardes	30	20	320	6	180	0	68	1
RSGL_01	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	668	14	218	2	71	2
RSGL_02	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	801	14	291	2	106	2
RSGL_03	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	801	14	291	2	106	2
RSGL_04	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	368	6	134	1	49	0
RSMI_01	Rua de Sao Miguel	20	0	3	0	5	0	4	0
RSMI_02	Rua de Sao Miguel	20	0	18	0	11	0	3	0
RTCA_01	Rua de Trás do Castelo	30	0	56	0	16	0	6	0
RTER_01	Rua do Terreirinho	30	5	78	0	28	0	11	0
RVAR_01	Rua da Várzea	20	5	85	0	33	0	10	0
TGGF_01	Travessa Guilherme Gomes Fernandes	10	0	1	0	1	0	1	0
TMPS_01	Travessa Maria da Purificação Silva	10	0	1	0	1	0	1	0
TSAN_01	Travessa de Santo António	15	0	8	0	2	0	2	0
TSPE_01	Travessa de Sao Pedro	10	0	23	0	13	0	6	0

Quadro 4 – Dados de tráfego por fonte sonora – situação de referência

6.2. Resultados do modelo

Foi inserido, no modelo, o tráfego rodoviário contabilizado para ambos os períodos de referência, Lden e Ln, respectivamente. O modelo foi carregado com esses dados de tráfego, procedendo-se posteriormente, às simulações nos receptores à cota de 4 metros onde foram efectuadas medições do nível sonoro.

Para cada um dos pontos de medição considerados, o modelo gerou os seguintes valores:

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Lden
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário muito intenso	68.0
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário muito intenso	70.5
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	61.8
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	62.8
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	50.9
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário intenso	63.6
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	63.6

Quadro 5 – Valores de Lden para os pontos de medição aferidos pelo modelo

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Ln
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário muito intenso	58.2
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário muito intenso	61.4
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	52.7
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	53.2
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	43.9
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário intenso	54.7
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	54.4

Quadro 6 - Valores de Ln para os pontos de medição aferidos pelo modelo

6.3. Análise do mapa gerado

A caracterização sonora da área de intervenção é globalmente aceitável, cumprindo-se para a generalidade do Centro Histórico os limites de exposição para as zonas mistas.

Em parte significativa do mesmo, verifica-se mesmo compatibilidade com os limiares admissíveis para uma classificação como zona sensível (55 dB(A) para o período global e 45 dB(A) para o período nocturno.

Observa-se, no entanto, a existência de algumas situações problemáticas, geradoras de conflito sonoro, resultantes da proximidade aos principais eixos rodoviários que servem a zona.

Em termos de importância relativa, consideram-se como situações mais problemáticas o eixo da Rua de São Gonçalo de Lagos, dado o volume de tráfego que apresenta e a sua extensão, e o eixo da Rua Dias Neiva, até ao Largo de São Pedro.

6.4. Validação do modelo

A validação do modelo foi efectuada através da comparação, para cada ponto de medição, entre os valores obtidos no local e o valor gerado pelo modelo.

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Lden (Ref)	Lden (Mod)	Δ
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário muito intenso	67.5	68.0	0.5
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário muito intenso	68.5	70.5	2.0
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	62.3	61.8	- 0.4
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	63.3	62.8	- 0.4
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	52.5	50.9	- 1.7
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário intenso	64.0	63.6	- 0.4
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	63.3	63.6	0.4

Quadro 7 – Valores de Lden aferidos pela diferença entre o Lden de Referência e o do Lden do Modelo

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Ln (Ref)	Ln (Mod)	Δ
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário muito intenso	58.7	58.2	- 0.5
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário muito intenso	59.5	61.4	1.9
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	53.6	52.7	- 0.9
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	53.0	53.2	0.2
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	43.9	43.9	0.0
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário intenso	55.7	54.7	- 1.0
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	53.6	54.4	0.8

Quadro 8 – Valores de Ln aferidos pela diferença entre o Lden de Referência e o do Lden do Modelo

Todos os pontos apresentaram um diferencial de ± 2 dB(A) entre os valores medidos e simulados, para ambos os períodos de referência, pelo que se considera o modelo validado para efectuar a simulações com a proposta urbanística.

Deste modo foi possível actuar sobre os diferentes parâmetros que influem sobre o ambiente sonoro, como sejam o volume de tráfego rodoviário, o tipo de tráfego, a velocidade de circulação e o tipo de pavimento, através de medidas de:

- Encerramento e redefinição de vias com capacidade de circulação rodoviária;
- Reperfilamento de troços de vias;
- Alterações de sentido de circulação, com reflexos na diminuição de tráfego de atravessamento;
- Diminuição do volume de tráfego que acede à zona;
- Imposição de limites mais restritivos de velocidade de circulação;
- Condicionamento de acesso e circulação de veículos pesados;
- Permissão de pavimento betuminoso no eixo da Rua de São Gonçalo de Lagos;

O quadro seguinte procede à simulação das características do tráfego, de acordo com as opções tomadas em sede de plano.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	VELOCIDADE		TMH (diurno)		TMH (entardecer)		TMH (noturno)	
		Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
AOUT_01	Avenida 5 de Outubro	30	20	320	6	180	1	68	1
ATCJ_00	Avenida Tenente Coronel Joao Luiz de Moura	30	20	242	3	137	3	51	2
ATCJ_01	Avenida Tenente Coronel Joao Luiz de Moura	30	15	81	1	31	0	6	0
ATCJ_02	Avenida Tenente Coronel Joao Luiz de Moura	30	15	70	1	27	0	10	0
LCMS_01	Largo Coronel Morais Sarmento	10	0	3	0	2	0	1	0
LJFR_01	Largo Dr. Justino Freire	10	0	5	0	2	0	2	0
LPJP_01	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	10	0	2	0	2	0	1	0
LPOL_01	Largo dos Polomes	10	0	9	0	2	0	1	0
LSAN_01	Largo de Santo António	10	0	1	0	1	0	1	0
LSAN_02	Largo de Santo António	10	0	1	0	1	0	1	0
PSMI_01	Ponte de Sao Miguel	10	0	0	0	0	0	0	0
RAGC_01	Rua Almirante Gago Coutinho	30	20	290	10	110	2	19	1
RAGC_02	Rua Almirante Gago Coutinho	20	10	0	0	0	0	0	0
RCAR_01	Rua de Carcavelos	15	5	0	0	0	0	0	0
RCED_01	Rua dos Cavaleiros da Espora Dourada	20	10	30	4	18	0	13	1
RCED_02	Rua dos Cavaleiros da Espora Dourada	30	5	46	0	17	0	7	0
RCED_03	Rua dos Cavaleiros da Espora Dourada	20	0	4	0	3	0	2	0
RCFA_01	Rua Carlos França	20	0	152	0	63	0	17	0
RCLB_01	Rua Capitao Luiz Botto Pimentel	20	0	147	0	51	0	15	0
RCLB_02	Rua Capião Luiz Botto Pimentel	15	0	1	0	1	0	1	0
RCRE_01	Rua Cândido dos Reis	30	0	22	0	14	0	5	0
RCRE_02	Rua Cândido dos Reis	15	0	7	0	3	0	3	0
RCRU_RTAC	Rua da Cruz e Rua Traz do Açogue	10	0	1	0	1	0	1	0
RCVA_01	Rua Campo da Várzea	30	0	204	0	97	0	27	0
RCVA_02	Rua Campo da Várzea	30	20	227	13	137	5	43	5
RCVA_03	Rua Campo da Várzea	10	20	342	13	185	5	52	5
RDAF_02	Rua Dr. Aleixo Ferreira	20	0	5	0	2	0	2	0
RDEZ_03	Rua 1 de Dezembro	20	15	106	3	60	3	22	1
RDEZ_04	Rua 1 de Dezembro	10	15	146	3	82	3	31	1
RDNE_01	Rua Dias Neiva	30	20	5	0	3	0	1	0

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	VELOCIDADE		TMH (diurno)		TMH (entardecer)		TMH (noturno)	
		Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
RDNE_02	Rua Dias Neiva	15	20	2	0	1	0	1	0
REGA_01	Rua Elias Garcia	30	0	1	0	1	0	1	0
RFXM_01	Rua Francisco Xavier de Mello	10	5	51	0	26	0	13	0
RGGF_03	Rua Guilherme Gomes Fernandes	30	0	29	0	9	0	4	0
RHNO_01	Rua da Horta Nova	30	5	152	0	60	0	18	0
RHNO_02	Rua da Horta Nova	50	5	40	0	16	0	5	0
RLAA_01	Rua Luis Augusto Albino	50	35	406	26	229	7	80	3
RLAA_02	Rua Luis Augusto Albino	50	35	406	0	229	6	80	3
RMAL_01	Rua Mouzinho de Albuquerque	20	0	8	0	5	0	2	0
RMBB_01	Rua Maria Barreto Bastos	15	0	22	0	14	0	5	0
RMBB_02	Rua Maria Barreto Bastos	15	0	174	0	77	0	21	0
RMBB_03	Rua Maria Barreto Bastos	20	0	20	0	7	0	5	0
RMBB_04	Rua Maria Barreto Bastos	30	20	431	13	234	5	70	5
RPAN_01	Rua Paiva de Andrade	15	0	23	0	15	0	5	0
RPAZ_01	Rua da Paz	10	0	1	0	1	0	1	0
RPOL_01	Rua dos Polomes	40	30	50	0	5	0	2	0
RQCO_0123	Rua do Quebra Costas	20	0	4	0	2	0	4	0
RRPO_01	Rua Raimundo Portas	15	0	1	0	1	0	1	0
RRPO_02	Rua Raimundo Portas	40	30	197	3	128	1	42	0
RRPO_03	Rua Raimundo Portas	50	35	458	26	298	8	97	3
RSAN_01	Rua de Santo António	20	0	10	0	5	0	4	0
RSAN_02	Rua de Santo António	20	0	11	0	6	0	4	0
RSAN_03	Rua de Santo António	20	0	14	0	10	0	7	0
RSAN_04	Rua de Santo António	20	0	14	0	9	0	7	0
RSBE_1	Rua Santos Bernardes	30	20	320	6	180	1	68	1
RSGL_01	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	264	6	86	1	28	1
RSGL_02	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	320	6	116	1	42	1
RSGL_03	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	32	6	116	1	42	1
RSGL_04	Rua Sao Gonçalo de Lagos	50	35	147	3	54	0	20	0
RSMI_01	Rua de Sao Miguel	20	0	3	0	5	0	4	0
RSMI_02	Rua de Sao Miguel	20	0	18	0	11	0	3	0
RTCA_01	Rua de Trás do Castelo	30	0	38	0	11	0	4	0
RTER_01	Rua do Terreirinho	30	5	46	0	18	0	11	0
RVAR_01	Rua da Várzea	20	5	153	0	59	0	17	0
TSAN_01	Travessa de Santo António	15	0	8	0	2	0	2	0

Quadro 9 - Dados de tráfego por fonte sonora – situação proposta

7.2. Simulação

A simulação efectuada teve como base o novo quadro de fontes sonoras, apresentado no ponto anterior. Procedeu-se igualmente à redefinição do modelo tridimensional, integrando já as opções urbanísticas assumidas pelo plano, designadamente os edifícios propostos, o reperfilamento de ruas, etc.

Os quadros seguintes apresentam os indicadores Lden e Ln para a situação proposta.

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Lden
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário intenso	64.0
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário intenso	66.4
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	63.3
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	61.5
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	51.0
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário pouco intenso	58.8
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	57.3

Quadro 10 – Valores de Lden para a situação proposta

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes	Ln
P1	Ponte de São Miguel	Tráfego rodoviário intenso	54.2
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Tráfego rodoviário intenso	57.8
P3	Campo Várzea	Tráfego rodoviário intenso	54.4
P4	Rua da Horta Nova	Tráfego rodoviário pouco intenso	51.9
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Tráfego rodoviário pouco intenso	44.1
P6	Largo de São Pedro	Tráfego rodoviário pouco intenso	50.0
P7	Largo dos Polomes	Tráfego rodoviário pouco intenso	45.6

Quadro 11 - Valores de Ln para a situação proposta

8. CONCLUSÃO

8.1. Análise comparativa

Os quadros seguintes apresentam, para os indicadores Lden e Ln, os valores obtidos pelo modelo para a situação de referência e para a situação proposta, procedendo ao cálculo do respectivo diferencial.

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes (tráfego rodoviário)		Lden		Δ
		Mod. Ref.	Mod. Prop.	Ref.	Prop.	
P1	Ponte de São Miguel	Muito intenso	Intenso	68.0	64.0	-4.00
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Muito intenso	Intenso	70.6	66.4	-4.20
P3	Campo Várzea	Intenso	Intenso	61.8	63.3	1.50
P4	Rua da Horta Nova	Pouco intenso	Pouco intenso	62.8	61.5	-1.30
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Pouco intenso	Pouco intenso	50.9	51.0	0.10
P6	Largo de São Pedro	Intenso	Pouco intenso	63.6	58.8	-4.80
P7	Largo dos Polomes	Pouco intenso	Pouco intenso	63.6	57.3	-6.30

Quadro 12 – Quadro comparativo entre os valores Lden para a situação de referência e para a situação proposta

Pontos de medição		Fontes de ruído predominantes (tráfego rodoviário)		Ln		Δ
		Mod. Ref.	Mod. Prop.	Ref.	Prop.	
P1	Ponte de São Miguel	Muito intenso	Intenso	58.2	54.2	-4.00
P2	Rua São Gonçalo Lagos	Muito intenso	Intenso	61.4	57.8	-3.60
P3	Campo Várzea	Intenso	Intenso	52.7	54.4	1.70
P4	Rua da Horta Nova	Pouco intenso	Pouco intenso	53.2	51.9	-1.30
P5	Largo Padre Jacinto Pio Sobreiro	Pouco intenso	Pouco intenso	43.9	44.1	0.20
P6	Largo de São Pedro	Intenso	Pouco intenso	54.7	50.0	-4.70
P7	Largo dos Polomes	Pouco intenso	Pouco intenso	54.4	45.6	-8.80

Quadro 13 – Quadro comparativo entre os valores Ln para a situação de referência e para a situação proposta

A análise dos resultados permite constatar uma redução global muito significativa dos valores sonoros obtidos. Constitui exceção a fonte sonora relativa à Rua Campo da Várzea, onde se verifica um ligeiro agravamento. Tal deve-se ao facto das restrições de circulação no Centro Histórico encaminharem para esta via uma parte do tráfego que hoje circula por outras vias.

As axonometrias a seguir apresentadas permitem verificar a redução do grau e extensão das áreas mais críticas.

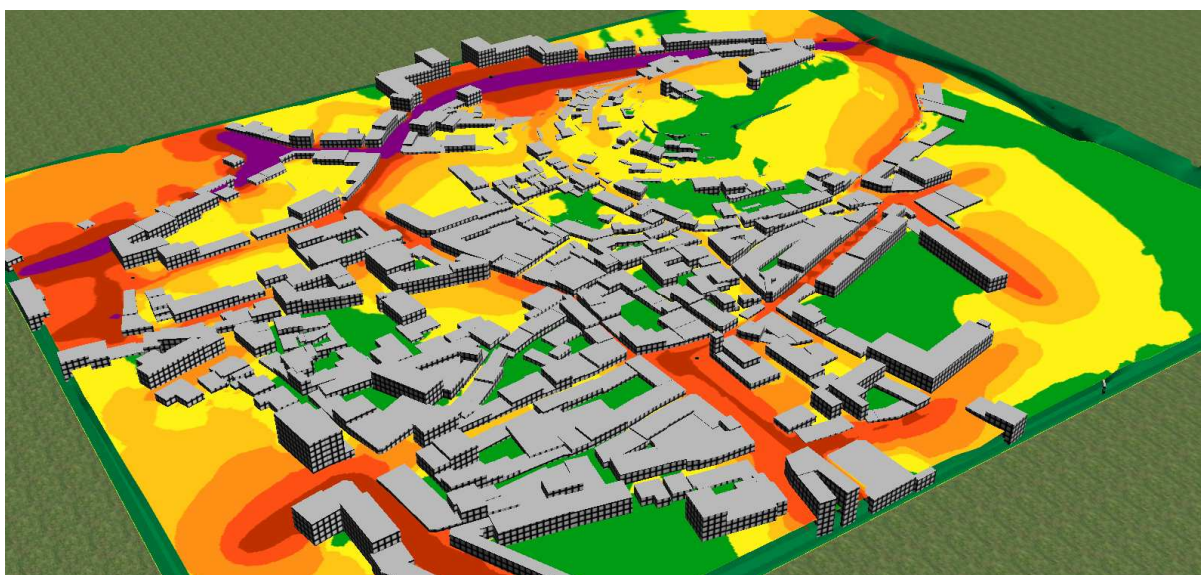


Figura 4 – Mapa de Ruído para a situação de referência – indicador Lden

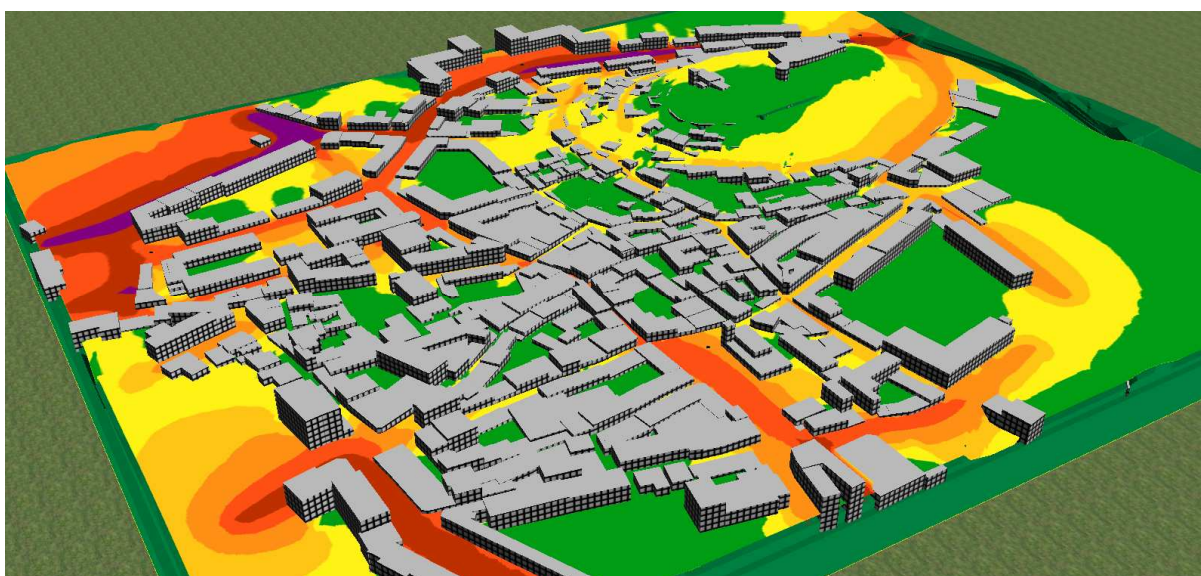


Figura 5 – Mapa de Ruído para a situação proposta – indicador Lden

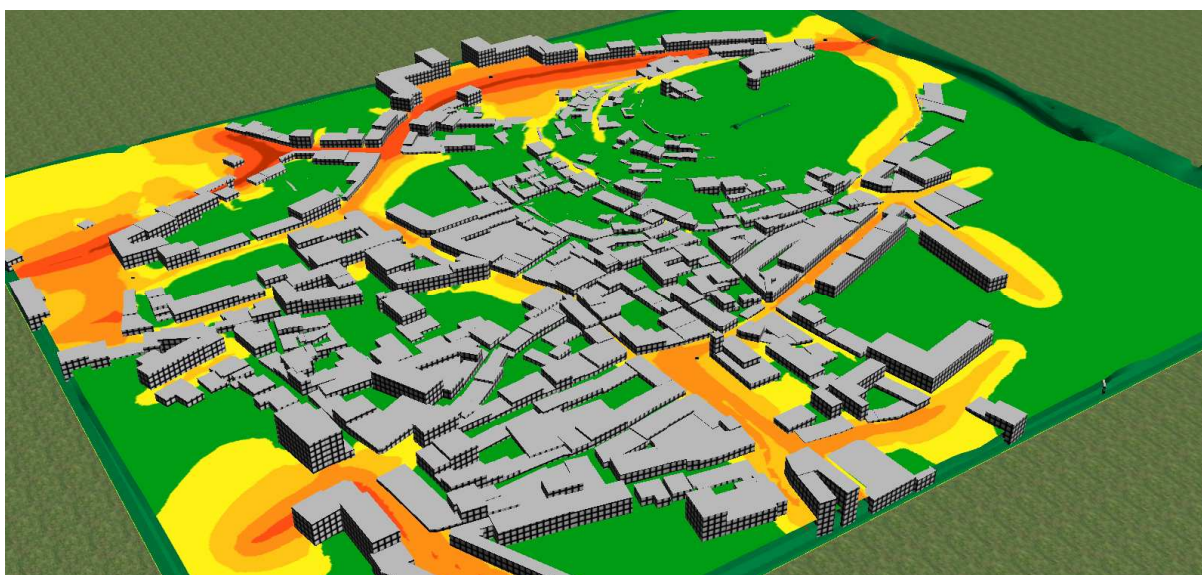


Figura 6 – Mapa de Ruído para a situação de referência – indicador Ln

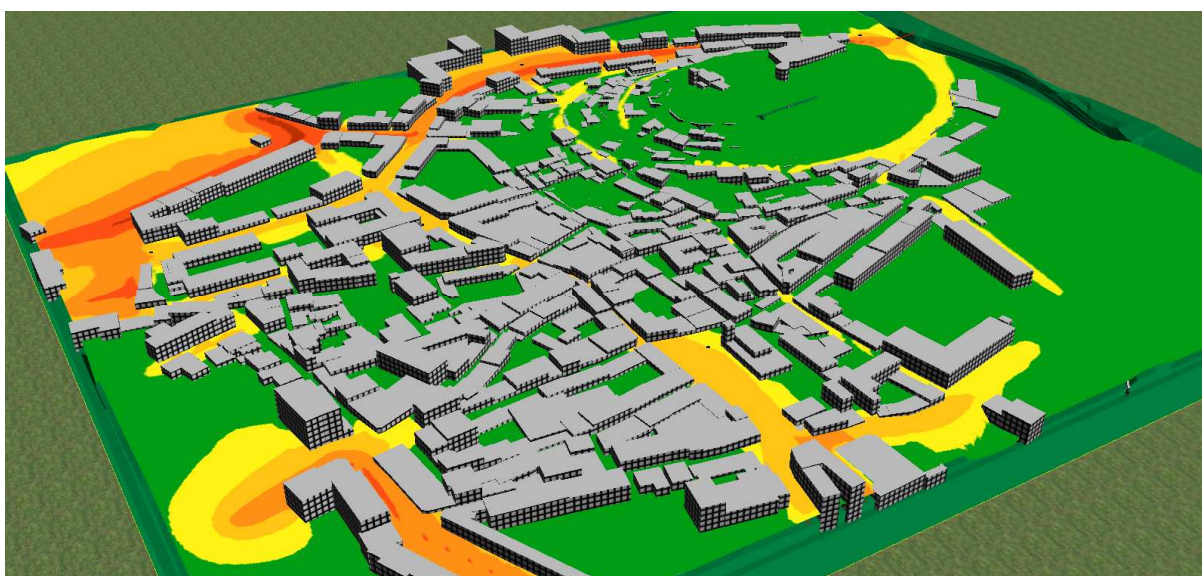


Figura 7 – Mapa de Ruído para a situação proposta – indicador Ln

BIBLIOGRAFIA

- D.G.A., *“Recomendações para a utilização de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros”*, 2001;
- D.G.A., *“Ruído Ambiente em Portugal”*, 1999;
- Santos, L., *“Acções de Formação em matéria de ambiente - a aplicação do novo regime legal sobre poluição sonora – mapas de ruído”*;
- D.G.A., D.G.O.T.D.U., *“Elaboração de mapas de ruído – princípios orientadores”*, 2001;

Instituto do Ambiente

Decreto - Lei n.º 9/2007, de 16 de Janeiro, alterado pela Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de Março e Decreto -lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto - aprova o Regulamento Geral do Ruído;

- Norma Portuguesa NP 1730 – 1, *“Acústica, Descrição e Medição do ruído ambiente, Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos”*, 1996;
- Norma Portuguesa NP 1730 – 2, *“Acústica, Descrição e medição do ruído ambiente, Parte 2: Recolha de dados relevantes para o uso do solo”*, 1996;
- Norma Portuguesa NP 1730 – 3, *“Acústica, Descrição e medição do ruído ambiente, Parte 3: Aplicação aos limites do ruído”*, 1996;

Guide du bruit des transports terrestres – prevision des niveaux sonores, CETUR, 1980.