



Lugar do Plano, Gestão do Território e Cultura
Rua de S. Sebastião 191, 1º Dto. 3810-187 Aveiro | tel. / fax. 234426985
www.lugardoplano.pt | lugardoplano@lugardoplano.pt

ECO14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, Lda.
Rua Prior Guerra, n.º50, 2º E. 3830-711 Gafanha da Nazaré | tel. 234420671
www.eco14.pt | eco14@eco14.pt

ÍNDICE

1. Descrição e Enquadramento do Estudo	3
2. Breve Descrição da Área de Estudo.....	4
2.1 Indicadores de Ruído Adoptados	5
2.2 Escala de Cartografia de Base	6
2.3 Períodos de Referência Considerados	6
2.4 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação.....	7
2.5 Método de Elaboração dos Mapas	7
2.6 Fontes de Ruído – Recolha e Tratamento de Dados.....	8
3. Resultados.....	9
3.1 Mapas de Ruído	9
3.2 Indicadores de Exposição ao Ruído da População	9
4. Conclusões.....	12
5. Referências Essenciais	14
Anexo I - Mapas de Ruído – Ano 2012.....	15
Anexo II - Mapas de Ruído – Situação Futura (Ano 2022).....	18

EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Cláudia Jacinto, Eng. ^a	Técnica LabAV	
APROVAÇÃO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Nuno Pereira, Dr.	Diretor Técnico	

1. Descrição e Enquadramento do Estudo

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (RGR), é o diploma nacional que actualmente rege a prevenção e o controlo da poluição sonora, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem-estar das populações.

Pretende-se integrar o factor ruído na tomada de decisão de forma a evitar a coexistência de usos do solo conflituosos e prevenir a exposição das populações a um factor de poluição que vem sendo um dos principais factores de mal-estar da população, no que às temáticas ambientais diz respeito. O objectivo fundamental é assegurar os seguintes limites de exposição (artigo 11.º do RGR):

- a) As **zonas sensíveis** não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior, **superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n .**
- b) As **zonas mistas** não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior, **superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n .**

Prevê o RGR, no n.º 2 do artigo 6.º, que é da competência dos municípios «a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas». No artigo 8.º enquadram-se os requisitos dos «planos municipais de redução de ruído», que devem ser implementados quando as zonas sensíveis ou mistas se encontram expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores fixados no artigo 11.º.

No estudo a que se reporta este relatório resulta dos procedimentos de **Revisão dos Mapas de Ruído do Concelho de Ovar**, às condições atuais, face ao período de tempo decorrido desde a elaboração dos mapas de ruído em vigor, datados de 2005 e adaptados aos indicadores sonoros L_{den} e L_n em 2008.

Um Mapa de Ruído é uma representação da distribuição geográfica de um indicador de ruído, reportando-se a uma situação existente ou prevista para uma determinada área. Constitui uma ferramenta ímpar para prever e visualizar espacialmente os níveis sonoros, onde, nomeadamente, se identificam e catalogam fontes ruidosas e receptores expostos.

Actualmente, estes trabalhos são preferencialmente efectuados recorrendo a programas computacionais de modelação da emissão e propagação sonora a partir de um conjunto diversificado de informações de base. Estes dados de base podem ser teóricos ou obtidos por técnica de medição.

Em qualquer caso, e por motivos de consistência técnica, as medições são indispensáveis para preencher lacunas de informação e por forma validar adequadamente os cenários gerados por modelação matemática.

Seguidamente, são descritos os aspectos metodológicos essenciais do estudo efectuado, os principais resultados obtidos e os dados conclusivos que se consideram relevantes incluir neste RNT¹.

2. Breve Descrição da Área de Estudo

O objeto do presente trabalho consistiu na elaboração dos Mapeamentos de Ruído de toda a área do concelho de Ovar, à escala 1:10 000 (PDM).

Composto por 8 freguesias, o concelho de Ovar tem uma área total aproximada de 147 Km² e uma população residente de 55 398 habitantes (dados do Censos 2011), correspondendo uma densidade populacional de cerca de 376,9 habitantes/km². No quadro que se segue apresentam-se os dados populacionais (2001 e 2011) e as áreas territoriais de cada freguesia.

Quadro 1: Áreas e população residente nas freguesias do concelho de Ovar.

Freguesia	Área (Km ²)	População Residente	
		2001	2011
Arada	15,1	3 430	3 318
Cortegaça	9,2	4 066	3 837
Esmoriz	9,0	10 993	11 448
Maceda	15,8	3 687	3 521
Ovar	48,0	17 185	17 855
São João	13,8	6 695	6 276
São Vicente de Pereira Jusã	9,2	2 400	2 316
Válega	26,9	6 742	6 827
TOTAL	147,1	55 198	55 398

¹ Um Resumo Não Técnico é um documento simplificado que deve resumir e traduzir, em linguagem o menos técnica possível, o conteúdo do Relatório Técnico, que deverá descrever com rigor e detalhe todo o trabalho efectuado. O objectivo do RNT deve ser o de tornar a informação essencial do trabalho acessível a todos os cidadãos interessados.

O presente RNT sumariza a informação incluída no Relatório Final n.º MR.2057/12-CM, de 25/01/2013, elaborado pela equipa técnica da ECO 14.

Em termos de acessibilidades e transportes (aspecto de particular interesse para o presente estudo), destaque para o facto de o concelho ser servido por dois itinerários da rede principal, a autoestrada A1 e o IC1/A29, a que acrescem algumas estradas nacionais regionais da rede complementar, designadamente as EN109 e EN327, que asseguram as ligações aos concelhos vizinhos.

Em complemento à rede rodoviária, o concelho é ainda servido pela Linha Ferroviária do Norte, que constitui uma alternativa privilegiada para a ligação do concelho a norte (Espinho, Porto) e a sul (Éstarreja, Aveiro).

2.1 Indicadores de Ruído Adoptados

A elaboração de um Mapa de Ruído carece da definição prévia do parâmetro para o qual se referencia a “quantidade” do som.

O Som é definido como qualquer a variação da pressão atmosférica susceptível de ser percebida pelo ouvido humano. O Ruído é tipicamente considerado como todo o som indesejável ou incomodativo.

O ruído ambiente é normalmente expresso em termos de nível de pressão sonora. O «nível» permite expressar uma determinada quantidade relativamente a um valor de referência - no caso do ruído, este valor de referência é o limiar da audição que, para um indivíduo médio e com a função auditiva preservada, se situa nos 20 μ Pa (0,00002 Pa).

A aplicação directa de uma escala linear de pressão sonora (em Pa) resulta numa escala muito larga e de difícil manuseamento. Por outro lado, sabe-se que o ouvido humano responde de forma não linear a diferentes magnitudes de níveis sonoros, aproximando-se mais de uma resposta logarítmica.

Por estes motivos, é mais prático e vantajoso expressar os parâmetros acústicos em termos de uma taxa logarítmica relativamente a um valor de referência. Esta taxa logarítmica é traduzida pelo décibel - dB.

Quando se pretende expressar a exposição humana ao ruído, o ruído é ainda ponderado em termos de resposta qualitativa do nosso aparelho auditivo que não responde de forma igual a diferentes frequências. Utiliza-se então a curva de resposta normalizada “A” (a que mais se aproxima, no domínio da frequência, da resposta humana ao ruído), sendo então os níveis de ruído expressos em dB(A).

De acordo com as prerrogativas nacionais e comunitárias aplicáveis, no presente estudo tomou-se como parâmetro acústico o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, $L_{Aeq,LT}$, na aceção do estabelecido na norma NP ISSO 1996:2011. Trata-se de um indicador médio sonoro num determinado intervalo de tempo considerado e consiste numa média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes para as séries de intervalos de tempo de referência compreendidos nesse intervalo de tempo.

Assim, em conformidade com o RGR, foram determinados os indicadores de ruído diurno (L_d), do entardecer (L_e) e nocturno (L_n), definidos como sendo os níveis sonoros médios de longa duração, determinados durante séries dos respectivos períodos de referência (diurno, do entardecer ou nocturno) representativos de um ano.

A partir dos indicadores anteriores obtêm-se o indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno (L_{den}), correspondendo a um indicador de ruído associado ao incómodo global. Este indicador corresponde ao ruído ambiente de 24 horas, que penaliza os níveis de ruído ocorrentes nos períodos entardecer e nocturno, uma vez que, em geral, estão associados a maior incómodo.

Os mapas de ruído foram elaborados para os indicadores de ruído L_{den} e L_n reportados a uma altura 4 m acima do solo.

2.2 Escala de Cartografia de Base

Sendo um Mapa de Ruído um documento onde se descrevem os níveis de ruído que se verificam numa determinada área, é obviamente necessário definir a peça onde se pretende “fazer” essa descrição.

Neste estudo foi utilizada, como base de trabalho, a cartografia concelhia à escala de Plano Director Municipal (1:10 000).

2.3 Períodos de Referência Considerados

Conforme estabelecido no RGR, consideraram-se os períodos de referência diurno (7h-20h), do entardecer (20h-23h) e nocturno (23-7h).

2.4 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação

O cálculo computacional dos níveis sonoros de uma área em estudo carece da definição de um conjunto de parâmetros de base ao cálculo que influenciam aspectos como o detalhe e rigor da abordagem e o tempo de cálculo para a obtenção dos Mapas de Ruído.

Assim, para efeitos de cálculo a área do concelho de Ovar foi dividida numa malha de 15*15 metros, resultando em cerca de 655 000 pontos de cálculo. A altura de avaliação utilizada foi a recomendada pela norma europeia: 4 metros acima do nível do solo. O modelo altimétrico considerado baseou-se em pontos cotados referenciados na cartografia fornecida (cerca de 7000 cotas). O concelho tem uma amplitude altimétrica de 0-275 metros. Foram levados em consideração os fenómenos de reflexão (reflexões de 1.ª ordem). Em termos de fenómenos de absorção sonora pelo solo, considerou-se que o mesmo era mediamente absorvente (coeficiente de absorção sonora, $\alpha_{med}=0,5$).

2.5 Método de Elaboração dos Mapas

No presente estudo, utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação. Por motivos de consistência técnica, efectuou-se um conjunto de medições de validação indispensáveis à obtenção de Mapas Acústicos representativos e reprodutíveis.

Para a elaboração dos Mapas de Ruído do presente estudo, utilizou-se o *software* computacional para simulação da emissão e propagação sonora “IMMI”, versão 6.3.1 de 2008 (*Wölfel Meßsysteme GmbH*, Alemanha). Trata-se de um programa computacional de eficácia comprovada e parametrizado de acordo com métodos de cálculo devidamente validados e recomendados pela Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Para que o IMMI possa gerar um determinado campo sonoro pretendido foi necessário fornecer um conjunto de informação de base que caracterize adequadamente a emissão, propagação e recepção do som, nomeadamente:

- A altimetria da área em estudo;
- Dados meteorológicos;
- Volumetria e forma de edifícios e outras barreiras sonoras;
- Localização e catalogação de receptores;
- Caracterização da potência sonora das fontes.

2.6 Fontes de Ruído - Recolha e Tratamento de Dados

Na aceção do previsto no RGR, fontes de ruído resultam de actividades ruidosas de carácter permanente, os seja, são todas as actividades susceptíveis de produzir ruído nocivo ou incomodativo, para os que habitem, trabalhem ou permaneçam nas imediações do local onde decorrem. Estão excluídas do âmbito dos Mapas de Ruído actividades ruidosas ditas temporárias (obras de construção civil, competições desportivas, espectáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados).

Concretamente para o caso estudado, e segundo os critérios adiante detalhados, consideraram-se basicamente 3 tipologias de fontes sonoras: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário e o ruído industrial.

O quadro seguinte apresenta as vias de tráfego rodoviário caracterizadas no âmbito do presente estudo.

Quadro 2: Vias rodoviárias consideradas no estudo.

Tipo de Via	Designação da Via
Autoestrada	A1, IC1/A29
Estradas Nacionais	EN109, EN 223, EN327
Outras EN's, EM's e CM's	EN 1-14, Estrada Florestal (EF), EM525, EM 526, EM527, EM 529,. EM534, EM535, EM536, CM1152
Avenidas / Arruamentos	Av. do Emigrante (R01), Av. da Régua (R02), Av. D. Maria II (R03), R. Visconde de Ovar (R04), Av. Dr. Francisco Sá Carneiro (R05), R. Jorge Barradas (R06), R. Padre Cruz (R07), R. Hugo Noronha (R08), R. Padre Férrer (R09), R. Dr. José Falcão (R10), R. Alexandre Herculano (R11), R. Alexandre Sá Pinto (R12), R. Dr. Manuel Arala (R13), Av. Ferreira de Castro (R14), R. Elias Garcia (R15), R. Aquilino Ribeiro (R16), R. Gomes Freire (R17), Av. Bom Reitor (R18), R. João Semana (R19); R. Coronel Leite (R20); R. Poder Local (R21); R. António Manarte (R22); Arruamento circular ao DolceVita (R23); Arruamento (R24)

O concelho de Ovar é servido pela Linha Ferroviária do Norte - Eixo Porto-Aveiro. Atendendo aos tipos de composições e aos respetivos regimes atuais de circulação, consideraram-se as emissões ruidosas produzidas pela circulação de comboios de mercadorias e de passageiros de 5 tipologias: comboios urbanos, alfa-pendulares, intercidades e inter-regionais e mercadorias.

Relativamente ao ruído industrial, o concelho de Ovar apresenta uma implantação industrial significativa, com indústrias de diversos ramos e algumas delas de considerável dimensão.

3. Resultados

3.1 Mapas de Ruído

No Anexo I apresentam-se os Mapas de Ruído finais obtidos no âmbito do presente estudo para a situação actual (Ano 2012).

No Anexo II apresentam-se os Mapas de Ruído finais que incluem já uma previsão do ruído gerado por duas vias rodoviárias futuras, além da evolução natural do volume de tráfego (assumindo-se um horizonte temporal a 10 anos - ano 2022).

Os mapas de ruído apresentam uma escala de cores de acordo com os níveis de ruído simulados no programa de modelação acústica, correspondendo as cores mais escuras a níveis mais altos de ruído e as mais claras a níveis inferiores, tal como se verifica no quadro seguinte.

Quadro 3: Escala de cores representativas dos diferentes níveis sonoros

Classes do Indicador dB(A)	Cor	Classes do Indicador dB(A)	Cor	
$L_{den} \leq 55$	ocre	$L_n \leq 45$	verde escuro	
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja	$45 < L_n \leq 50$	amarelo	
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão	$50 < L_n \leq 55$	ocre	
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim	$55 < L_n \leq 60$	laranja	
$L_{den} > 70$	magenta	$L_n > 60$	vermelhão	
				Mais ruidoso

3.2 Indicadores de Exposição ao Ruído da População

Para além de possibilitar uma visão qualitativa da distribuição geográfica dos níveis sonoros da área em análise, um Mapa de Ruído do tipo do desenvolvido deve fornecer indicadores quantitativos da população exposta ao ruído.

Assim, foram calculados os níveis sonoros incidentes nas fachadas nos receptores sensíveis (edifício habitacional) do concelho. A cada edifício foi associado o nível sonoro mais elevado, referente à fachada mais exposta do mesmo.

A partir de dados sobre densidades populacionais do concelho e das suas freguesias, distribuiu-se a população residente pelos recetores sensíveis proporcionalmente ao volume de cada edifício. Da associação dos níveis sonoros da fachada mais exposta e da população residente em cada edifício estimaram-se as percentagens de exposição da população às diferentes classes de níveis de ruído. Estas estimativas, para ambos os indicadores de ruído (L_{den} e L_n), apresentam-se no quadro 4 e 5 e nos gráficos das figuras 1 e 2.

Estimativas mais precisas deverão ser calculadas em estudos a uma escala mais refinada (PU, PP), considerando-se, designadamente, o número de habitantes por edifício.

Quadro 4: Estimativas (em %) de população exposta a diferentes intervalos de níveis sonoros, para os indicadores de ruído L_{den} e L_n (Situação Atual).

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	11	54	46	46
45-50	21		17	33
50-55	22		16	
55-60	16	30	13	21
60-65	14		7	
65-70	12	16	0	
>70	4		0	

Observações:

A coloração confronta os valores obtidos com os limites estabelecidos no RGR para zonas sensíveis (sombreado verde) e zonas mistas (sombreado amarelo). A área de sombreado vermelho marca níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

Quadro 5: Estimativas (em %) de população exposta a diferentes intervalos de níveis sonoros, para os indicadores de ruído *Lden* e *Ln* (Situação Futura).

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	<i>Lden</i>		<i>Ln</i>	
	Atual	Futura	Atual	Futura
<45	11	53	45	45
45-50	20	53	17	33
50-55	22	53	17	33
55-60	16	30	13	22
60-65	15	30	8	22
65-70	12	17	0	22
>70	5	17	0	22

Observações:

A coloração confronta os valores obtidos com os limites estabelecidos no RGR para zonas sensíveis (sombreado verde) e zonas mistas (sombreado amarelo). A área de sombreado vermelho marca níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

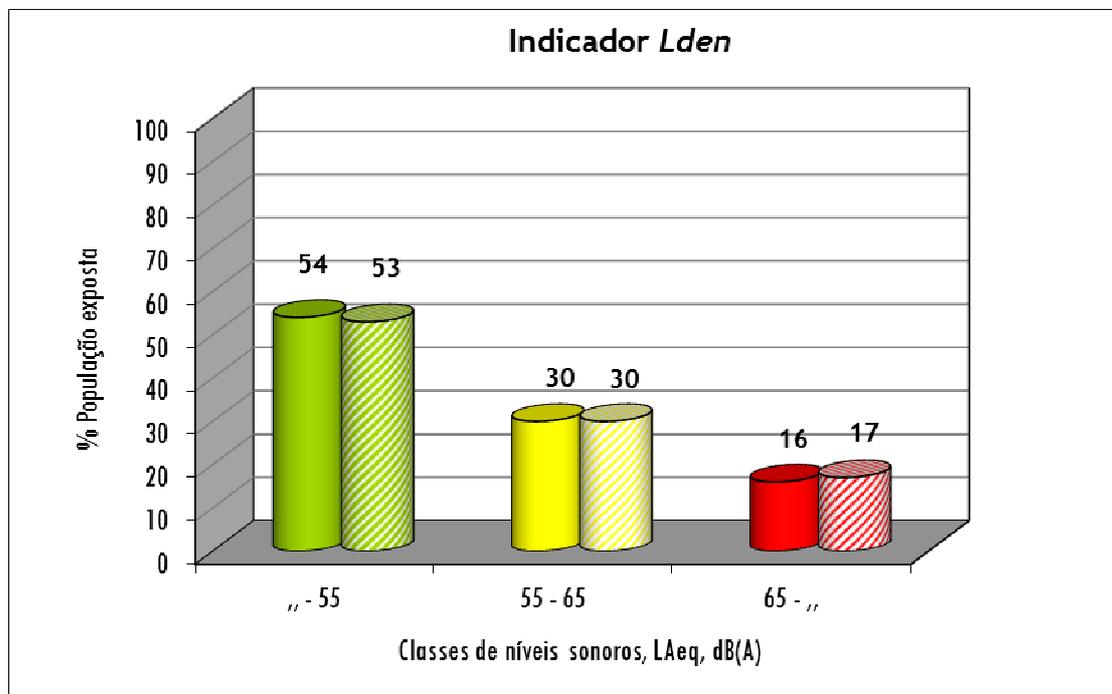


Figura 1: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Ovar ao ruído em termos de *Lden* (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno).

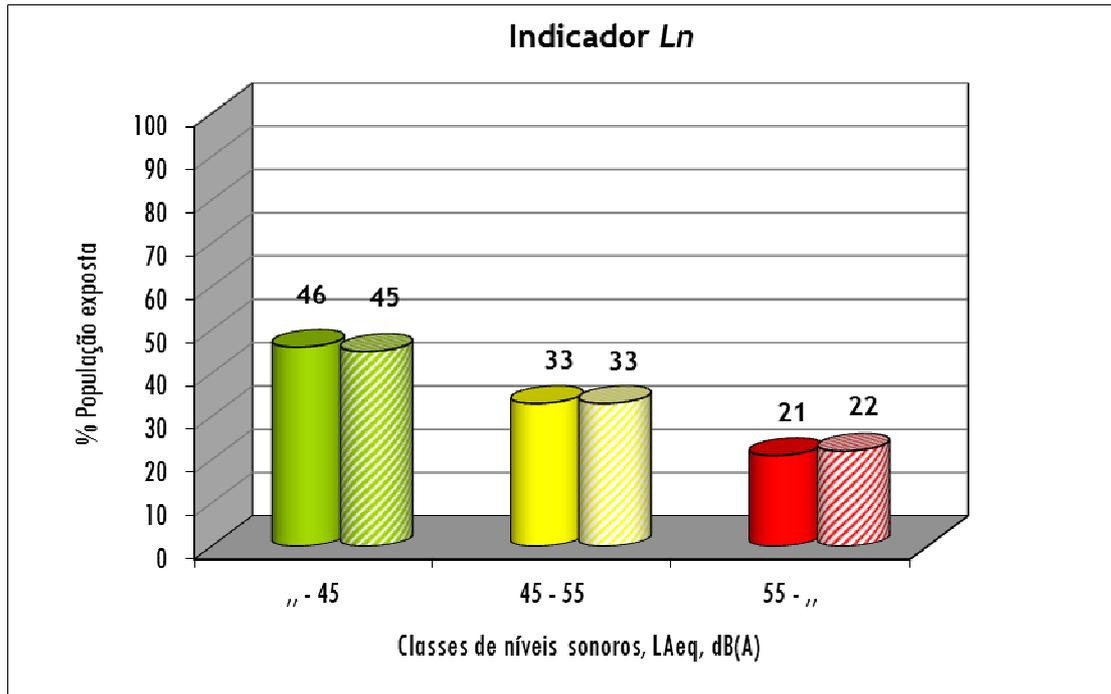


Figura 2: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Ovar ao ruído em termos de Ln (indicador de ruído noturno).

4. Conclusões

Em termos dos aspectos mais significativos associados aos resultados obtidos, destacam-se:

- I. Da análise dos resultados anteriormente apresentados, constata-se a existência de zonas habitacionais consolidadas junto a corredores de circulação importantes que se encontram em excesso em relação aos limites regulamentares;
- II. A **principal fonte** de ruído do Concelho de Ovar, quer qualitativa quer quantitativa, é o **tráfego rodoviário**;
- III. **As vias rodoviárias mais ruidosas** são as vias estruturantes da rede nacional que servem e atravessam o concelho e as ruas dos núcleos urbanos principais;
- IV. O **tráfego ferroviário** tem um impacto ruidoso relevante sobre as áreas adjacentes ao traçado da Linha do Norte.
- V. Relativamente ao **ruído industrial**, verificou-se que o impacto ruidoso é mais localizado e maioritariamente confinado ao próprio espaço das zonas industriais. Subsistem, apesar de tudo, algumas unidades industriais em meio urbano (próximas de alvos sensíveis), sendo estes os casos de maior acuidade;

VI. Estimativas efetuadas no âmbito do presente estudo apontam para que, na situação atual (2012):

- **Cerca de 54% e 46% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas sensíveis**, para os indicadores L_{den} (< 55 dB(A)) e L_n (< 45 dB(A)), respetivamente;
- **Cerca de 84% e 79% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas mistas** para os indicadores L_{den} (< 65 dB(A)) e L_n (< 55 dB(A)), respetivamente;
- **E 16% e 21% da população estão em locais com níveis sonoros incompatíveis com zonas mistas**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;

VII. Estimativas efetuadas no âmbito do presente estudo apontam para que, na situação futura (2022):

- **Cerca de 53% e 45% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas sensíveis**, para os indicadores L_{den} (< 55 dB(A)) e L_n (< 45 dB(A)), respetivamente;
- **Cerca de 83% e 78% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas mistas** para os indicadores L_{den} (< 65 dB(A)) e L_n (< 55 dB(A)), respetivamente;
- **E 17% e 22% da população estão em locais com níveis sonoros incompatíveis com zonas mistas**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;

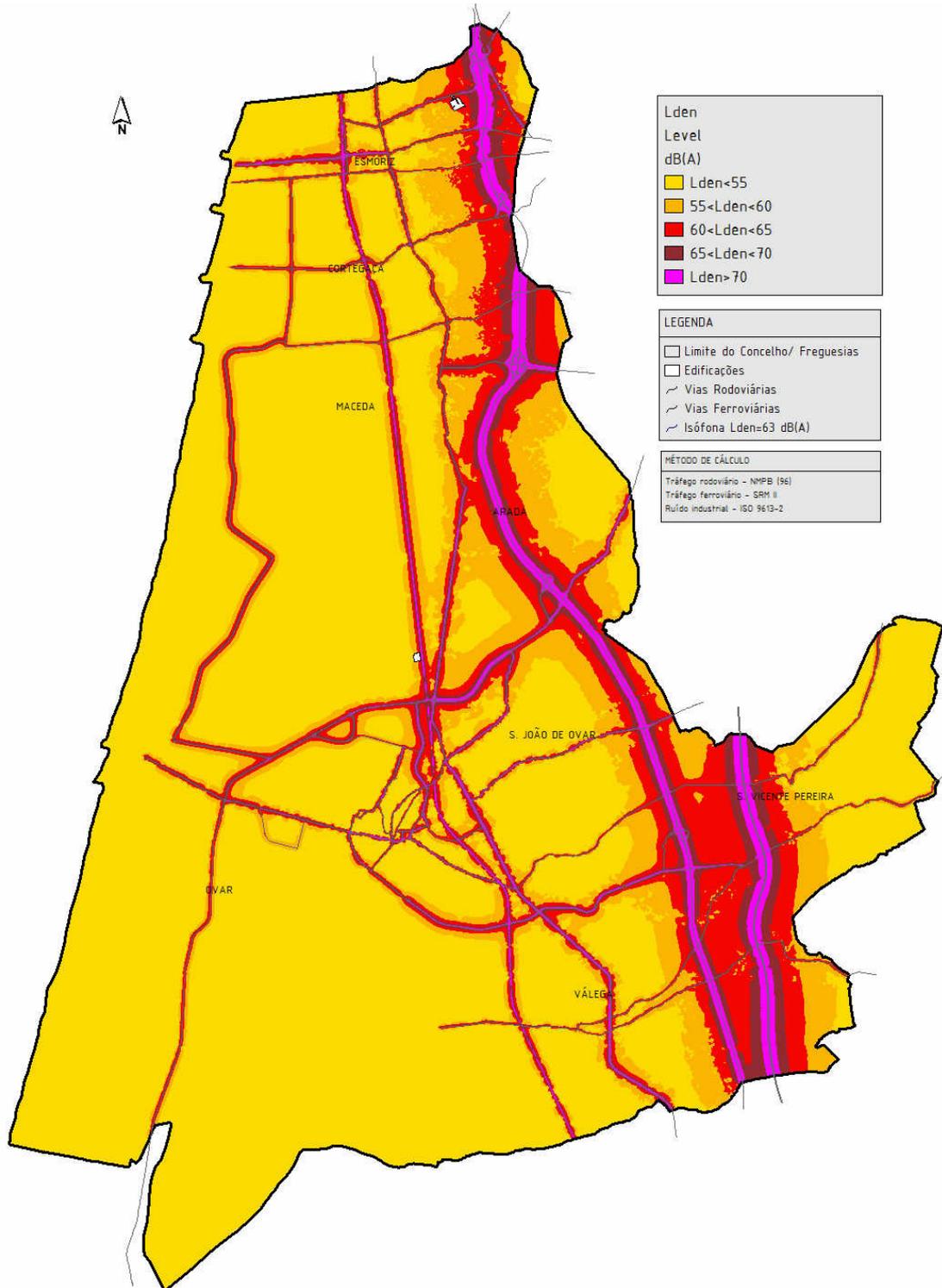
VIII. As áreas classificadas como zonas sensíveis ou mistas com níveis de ruído ambiente que excedem os critérios legais devem ser objeto de planos de redução de ruído.

5. Referências Essenciais

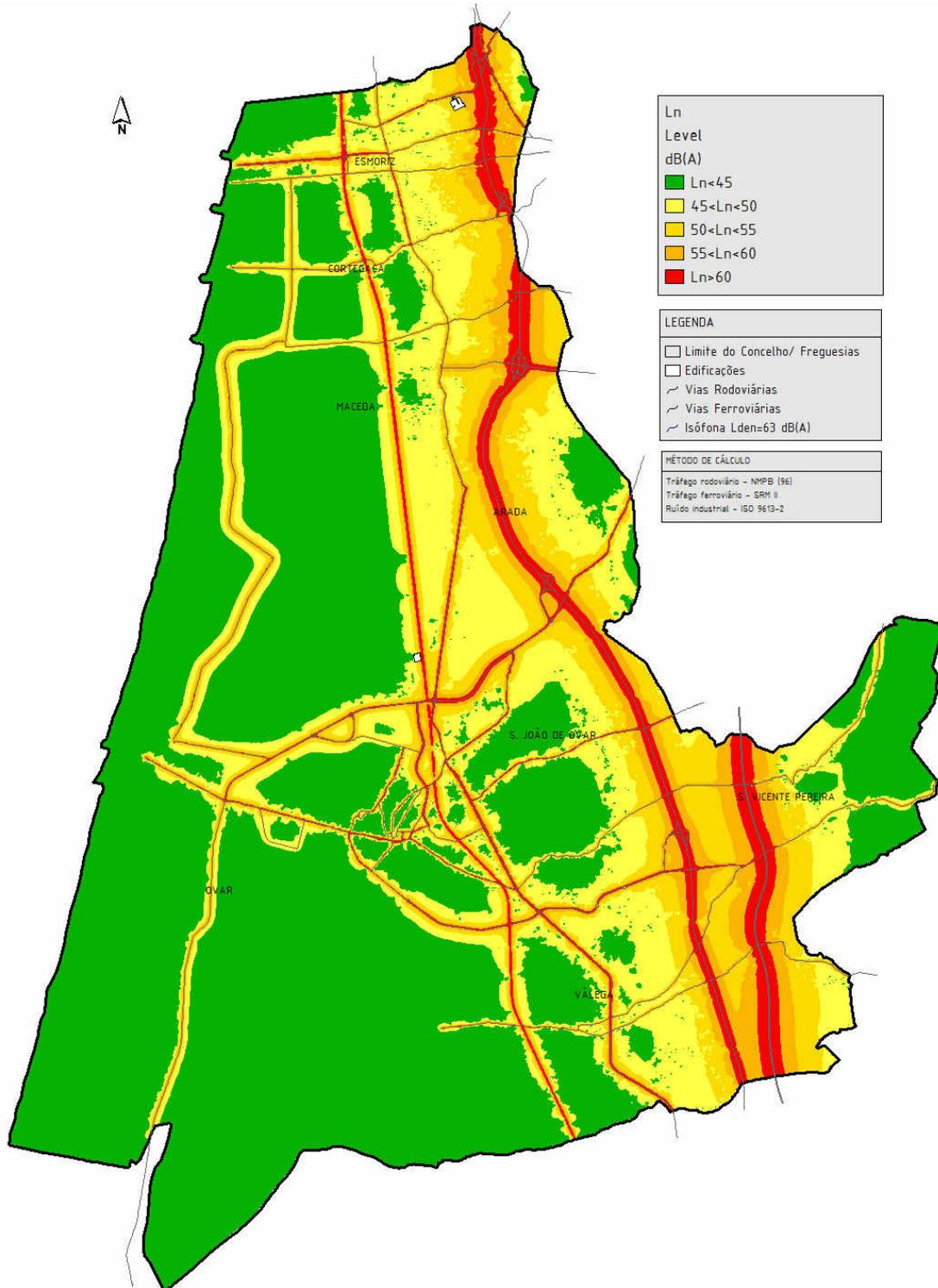
- [1] - Agência Portuguesa do Ambiente - «Directrizes para elaboração de mapas de ruído»; Dezembro 2011.
- [2] - Agência Portuguesa do Ambiente - Nota técnica: «Recomendações para a selecção de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros».
- [3] - Agência Portuguesa do Ambiente - «Projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído - escalas municipal e urbana», Maio 2004.
- [4] - Alarcão, D.; Bento Coelho, J. L. - «Modelação de ruído de tráfego ferroviário», Acústica 2008, Coimbra, Portugal.
- [5] - Martins da Silva, P. - «Ruído de tráfego rodoviário», LNEC, 1975.
- [6] - IMMI 6.3. for Windows Help Topics.
- [7] - «Noise mapping with IMMI» - Reference Manual, Vols. 1 e 2 - Wölfel MeBsysteme, 2004.

Anexo I - Mapas de Ruído - Ano 2012

➤ Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2012

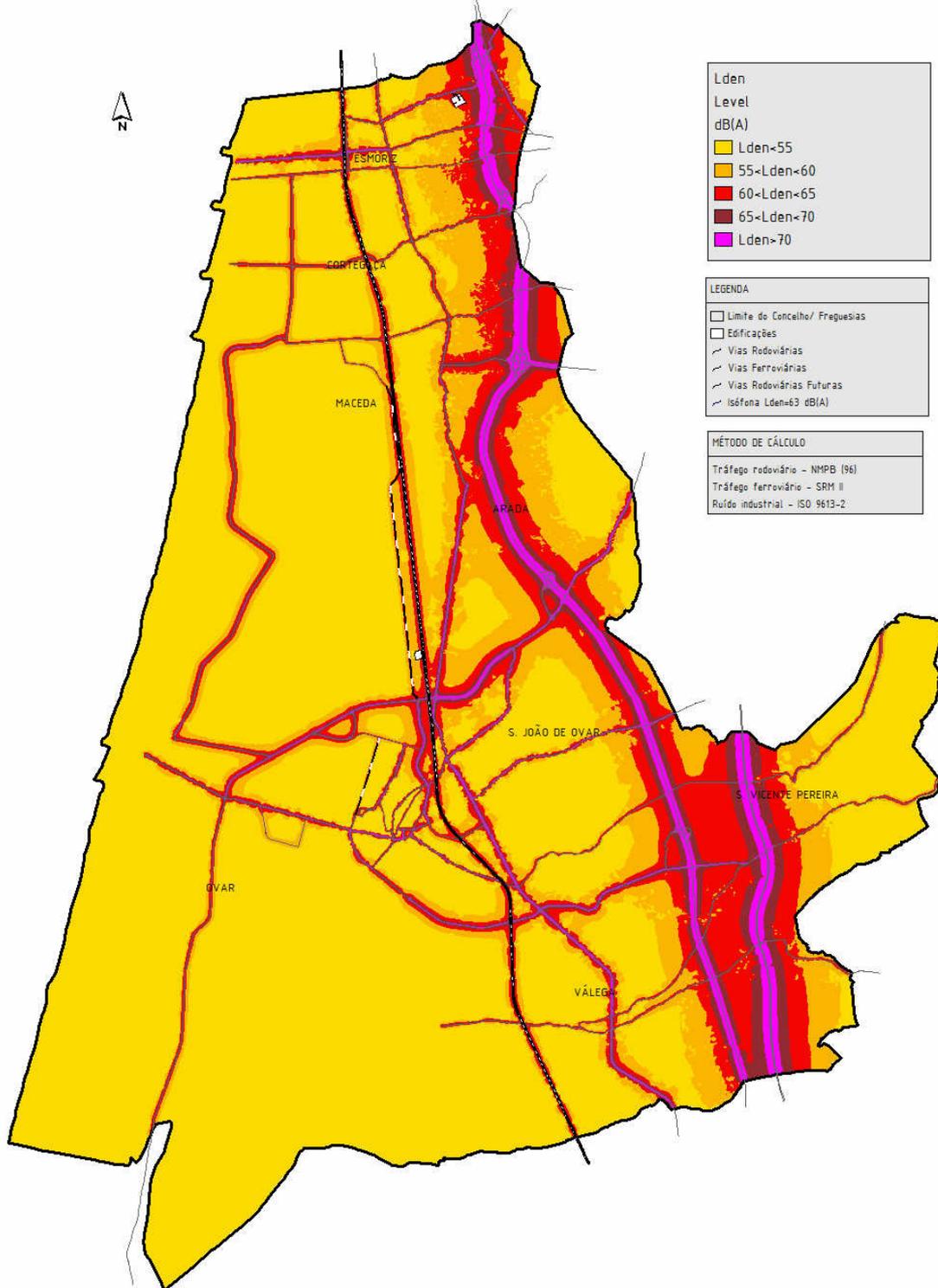


➤ Mapa de Ruído - Indicador L_n - Ano 2012



Anexo II - Mapas de Ruído - Situação Futura (Ano 2022)

➤ Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2022



➤ Mapa de Ruído - Indicador L_n - Ano 2022

