

Laboratório de Acústica e Vibrações – LABAV



-----*Resumo Não Técnico*-----

Relatório n.º MR.1259/09-NP

Fevereiro 2015

ÍNDICE

1. Descrição e Enquadramento do Estudo	3
2. Aspetos Metodológicos	4
2.1 Área de Estudo	4
2.2 Indicadores de Ruído Adotados.....	4
2.3 Escala de Cartografia de Base	6
2.4 Períodos de Referência Considerados	6
2.5 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação	6
2.6 Método de Elaboração dos Mapas	6
2.7 Fontes de Ruído – Recolha e Tratamento de Dados	7
3. Resultados	8
4. Principais Conclusões.....	13

EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO Nuno Pereira, Dr.	FUNÇÃO Técnico LabAV	DATA	ASSINATURA
APROVAÇÃO Ricardo Fonseca, Eng.º	FUNÇÃO Diretor Técnico	DATA	ASSINATURA

1. Descrição e Enquadramento do Estudo

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (RGR), é o diploma nacional que atualmente 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 fator ruído na tomada de decisão por forma a evitar a coexistência de usos do solo conflituosos e prevenir a exposição das populações a um fator de poluição que vem sendo um dos principais fatores de mal-estar da população, no que às temáticas ambientais diz respeito. O objetivo fundamental é assegurar os seguintes limites de exposição (artigo 11.º do RGR)¹²:

- 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 trabalho a que se reporta o presente *Resumo Não Técnico (RNT)* elaboraram-se Mapas de Ruído descritores dos níveis sonoros característicos de toda a área do *Concelho de Castanheira de Pera*, em termos dos indicadores L_{den} e L_n .

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 recetores expostos.

Atualmente, estes trabalhos são preferencialmente efetuados 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.

¹ Os municípios podem estabelecer em espaços delimitados, designadamente em centro históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos estabelecidos para zonas sensíveis.

² Valores que podem variar consoante exista ou esteja projetada para a sua proximidade uma grande infraestrutura de transporte.

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 aspetos metodológicos essenciais do estudo efetuado, os principais resultados obtidos e os dados conclusivos que se consideram relevantes incluir neste RNT³.

2. Aspetos Metodológicos

2.1 Área de Estudo

O objeto do presente trabalho consistiu na elaboração dos Mapeamentos de Ruído de toda a área do concelho de Castanheira de Pera.

Composto por duas freguesias, o concelho de Castanheira de Pera tem uma área total aproximada de 67 Km² e uma população residente de 3 733 habitantes (dados do Censos 2001).

As principais atividades económicas desenvolvidas no concelho são o comércio, os serviços e alguma indústria ligada à madeira e lanifícios, sendo a atividade agrícola diminuta.

2.2 Indicadores de Ruído Adotados

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 suscetível de ser percecionada 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

³ 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 efetuado. O objetivo do RNT deve, portanto, 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.1258/09-NP, de fevereiro 2015, elaborado pela equipa técnica da ECO 14.

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 μPa (0,00002 Pa).

A aplicação direta 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 1730:1996. 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 noturno (***L_n***), definidos como sendo os níveis sonoros médios de longa duração, determinados durante séries dos respetivos períodos de referência (diurno, do entardecer ou noturno) representativos de um ano.

A partir dos indicadores anteriores obtêm-se o indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (***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 noturno, 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.

2.3 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 Diretor Municipal .

2.4 Períodos de Referência Considerados

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

2.5 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 aspetos 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 Castanheira de Pera foi dividida numa malha de 10*10 metros, resultando em cerca de 700 000 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 curvas de adensamento topográfico de equidistância de 5 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, $\alpha_{med}=0,5$).

2.6 Método de Elaboração dos Mapas

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

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 Diretiva 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 receção do som, nomeadamente:

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

2.7 Fontes de Ruído - Recolha e Tratamento de Dados

Na aceção do previsto no RGR, fontes de ruído resultam de atividades ruidosas de carácter permanente, os seja, são todas as atividades suscetíveis 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 atividades ruidosas ditas temporárias (obras de construção civil, competições desportivas, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados).

Concretamente para o caso estudado, considerou-se para o cálculo somente o **tráfego rodoviário**, uma vez que é a única fonte geradora de ruído presente na área em análise.

No que diz respeito ao ruído industrial e ao ruído de tráfego aéreo, os levantamentos de campo efetuados no âmbito do presente trabalho permitiram verificar que não apresentam expressão relevante.

O ruído ferroviário não foi incluído no estudo, uma vez que o concelho de Castanheira de Pera não dispõe de infraestruturas ferroviárias.

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

Quadro 1: Vias rodoviárias consideradas no estudo.

Tipo de Via	Designação da Via
Estradas Nacionais / Regionais	EN 236-1; ER 347; ER 236.
Estradas e Caminhos Municipais	EM 236; EM508; EM 509; EM 510; EM 510-1; EM 512; EM518; CM1148; CM 1149; CM 1150; CM 1151; CM 1154; CM 1155; CM 1157; CM 1157-1; CM1162-1.
Arruamentos de interesse	Avenidas Verdes (R1); Rua João Bebiano (R2); Rua Dr. Bissaya Barreto (R3); Rua Silva Bernardes (R4); Rua dos Bombeiros Voluntários (R5); Rua do Ameal/Praça Visconde de Castanheira de Pera (R6); Avenida de São Domingos (R7); Rua do Ameal (R8); Rua Dr. Ernesto Marreca David (R9); Rua do Fontão (R10); Rua Dr. José Fernandes de Carvalho (R11); Avenida Adrião Reis (R12); Rua 5 de Outubro (R13); Arruamento marginal à Praia das Rocas (R14); Arruamento de ligação EM508 - CM1150 (R15).
Vias Futuras/Projetadas	Variante à EN 2(VF1); Variante do Troviscal (VF2).

O trabalho de recolha de dados necessários à previsão dos níveis sonoros envolveu a realização de campanhas de contagem de tráfego em 26 pontos de contagem e de caracterização das demais características relevantes das vias (tipo de piso, velocidades de circulação, etc.), bem como pesquisa de informação aplicável em “Recenseamentos de Tráfego” do Estradas de Portugal (EP).

O trabalho de caracterização de fontes sonoras para a obtenção dos dados de entrada indispensáveis à modelação englobou um trabalho misto de levantamento de dados *in situ* (fluxos de tráfego, tipologias de vias, etc.) e de medições *in situ* de verificação / validação.

A validação do processo de cálculo foi efetuada por comparação dos resultados obtidos na modelação com os obtidos numa campanha de medições acústicas. Como critério de aceitação/validação dos resultados obtidos por modelação, foi fixado em 2 dB(A) a diferença máxima aceitável entre os resultados previstos e os resultados das medições.

3. Resultados

Nas figuras 1 e 2 resumem-se os resultados finais, em termos de dados de entrada mais significativos (fluxos de tráfego), para o tráfego rodoviário.

Relativamente as vias projetadas, em razão da inexistência de estudos disponíveis sobre previsões de tráfego para estas vias, adotaram-se estimativas de fluxos de tráfego em função da dinâmica atualmente existente e tendo também em consideração a tipologia das vias em causa e a previsível magnitude de utilização (quadro 2).

Nas figuras 3 e 4 apresentam-se os Mapas de Ruído finais obtidos no âmbito do presente estudo para a situação atual (Ano 2008).

As figuras 5 e 6 apresentam-se os Mapas de Ruído finais que incluem já uma previsão do ruído gerado por vias rodoviárias futuras (assumindo-se um horizonte temporal a 10 anos - ano 2018).

Estes resultados decorrem de metodologias de avaliação detalhadamente descritas no Relatório Final deste estudo. Por razões de simplificação deste texto, não é incluída no presente resumo toda a descrição exaustiva dos dados de entrada utilizados, matéria que se encontra adequadamente descrita da Relatório Final do estudo.

Quadro 2: Estimativas de tráfego nas vias projetadas.

Estrada	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
	Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
Variante a EN2 (VF1)	25	0	18	0	3	0
Variante ao Troviscal (VF2)	50	5	35	2	5	0

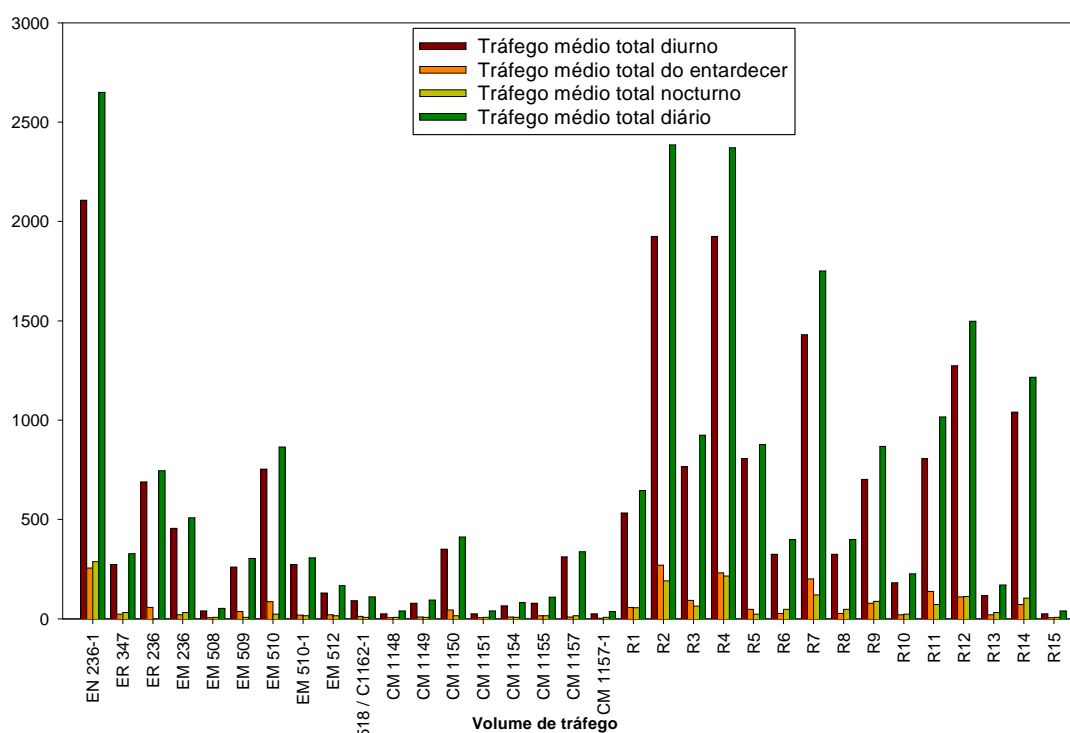


Figura 1: Estimativas dos quantitativos do tráfego rodoviário médio diário total por estrada.

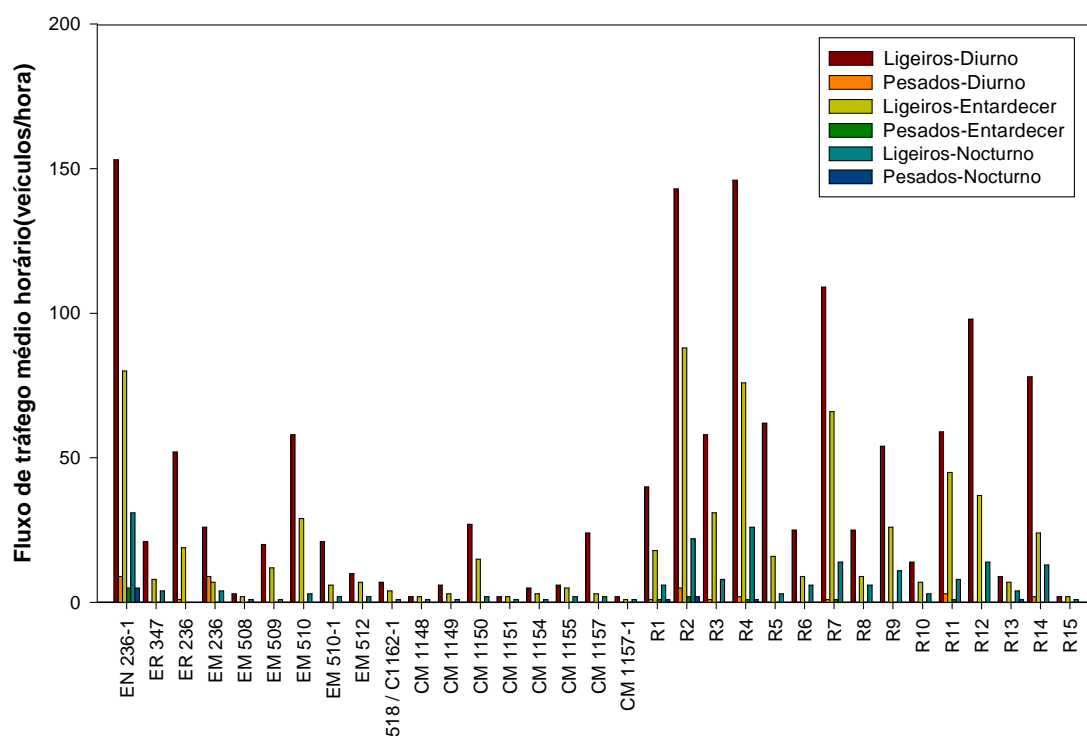


Figura 2: Fluxos horários médios estimados, por estrada, tipologia de veículos e período de referência.

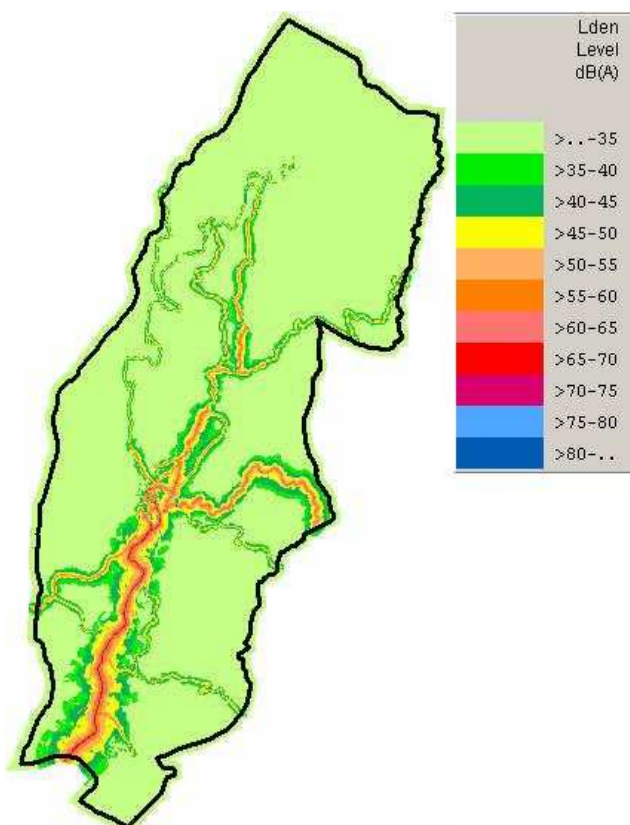


Figura 3: Mapa de Ruído do Concelho de Castanheira de Pera - Ano 2008 - indicador de ruído *Lden*.

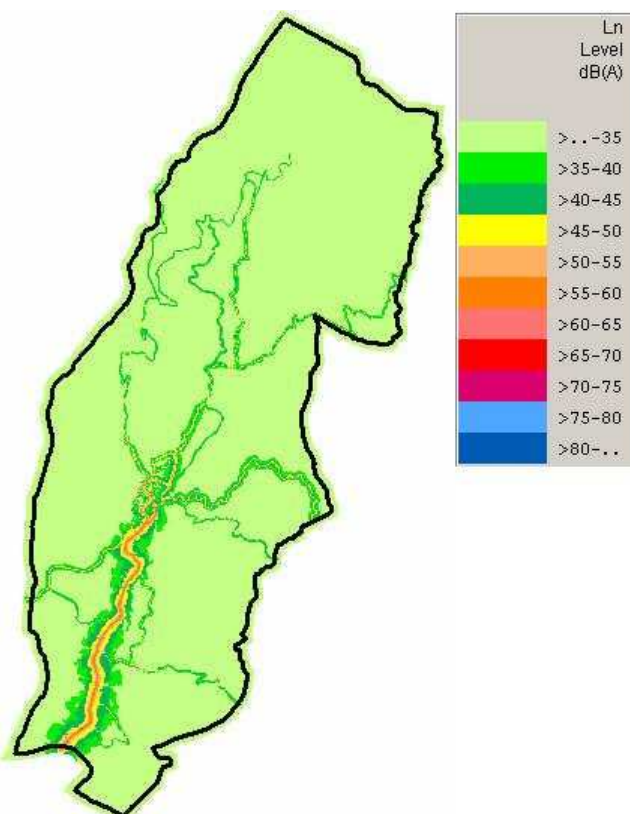


Figura 4: Mapa de Ruído do Concelho de Castanheira de Pera - Ano 2008 - indicador de ruído *Ln*.

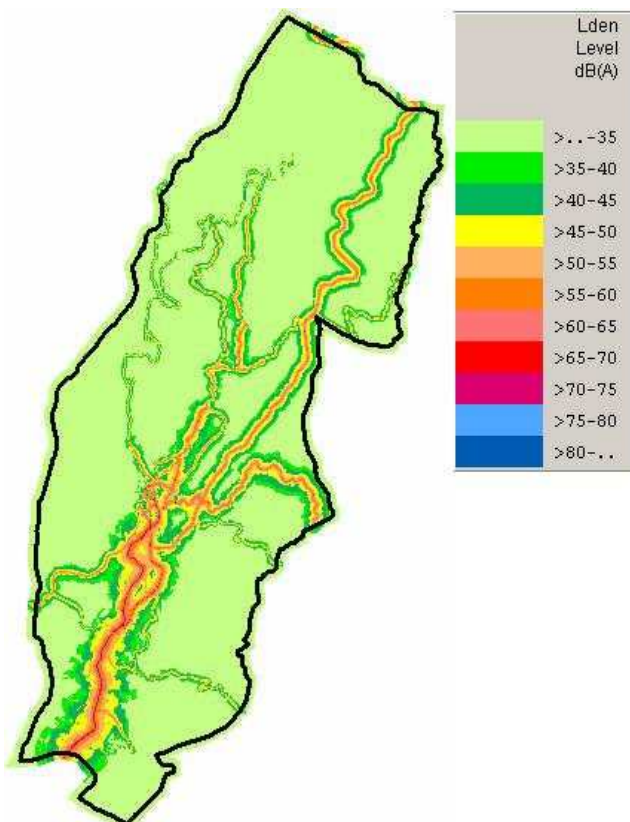


Figura 5: Mapa de Ruído do Concelho de Castanheira de Pera - Ano 2018 - indicador de ruído *Lden*.

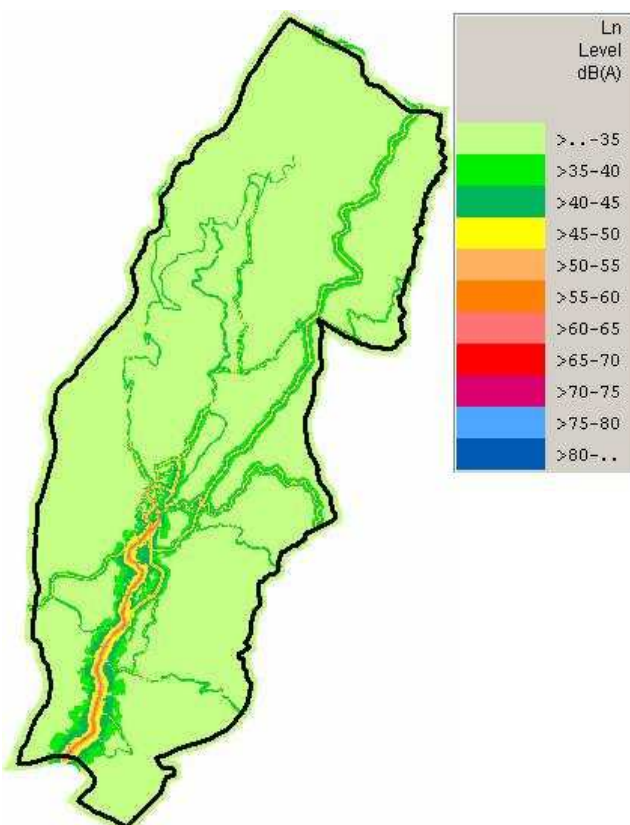


Figura 6: Mapa de Ruído do Concelho de Castanheira de Pera - Ano 2018 - indicador de ruído *Ln*.

4. Principais Conclusões

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.

A partir de dados sobre densidades populacionais do concelho e das suas freguesias e dos níveis sonoros da fachada mais exposta de cada recetor sensível (edifício habitacional, escolar, hospital ou similar ou espaço de lazer), estimou-se as percentagens de exposição da população às diferentes classes de níveis de ruído.

Estas estimativas, para ambos os indicadores de ruído (*Lden* e *Ln*), apresentam-se no quadro 3 e gráficos das figuras 7 e 8.

Quadro 3: Estimativas (em %) de população exposta a diferentes intervalos de níveis sonoros, para os indicadores de ruído *Lden* e *Ln*, nos dois cenários estudados.

Classes de níveis de ruído ambiente - L_{Aeq} [dB(A)]	<i>Lden</i>			<i>Ln</i>		
	Situação Atual (SA)	Situação Futura (SF)	Varição (SF-SA)	Situação Atual (SA)	Situação Futura (SF)	Varição (SF-SA)
<35	49	47		64	64	
35-40	8	9		14	14	
40-45	11	11	-1	12	12	0
45-50	12	12		6	6	
50-55	10	10		3	3	
55-60	7	8	+1	1	1	0
60-65	2	2		0	0	
65-70	1	1		0	0	
70-75	0	0		0	0	
75-80	0	0	0	0	0	0
>80	0	0		0	0	

Observações:

A coloração da tabela pretende confrontar 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.

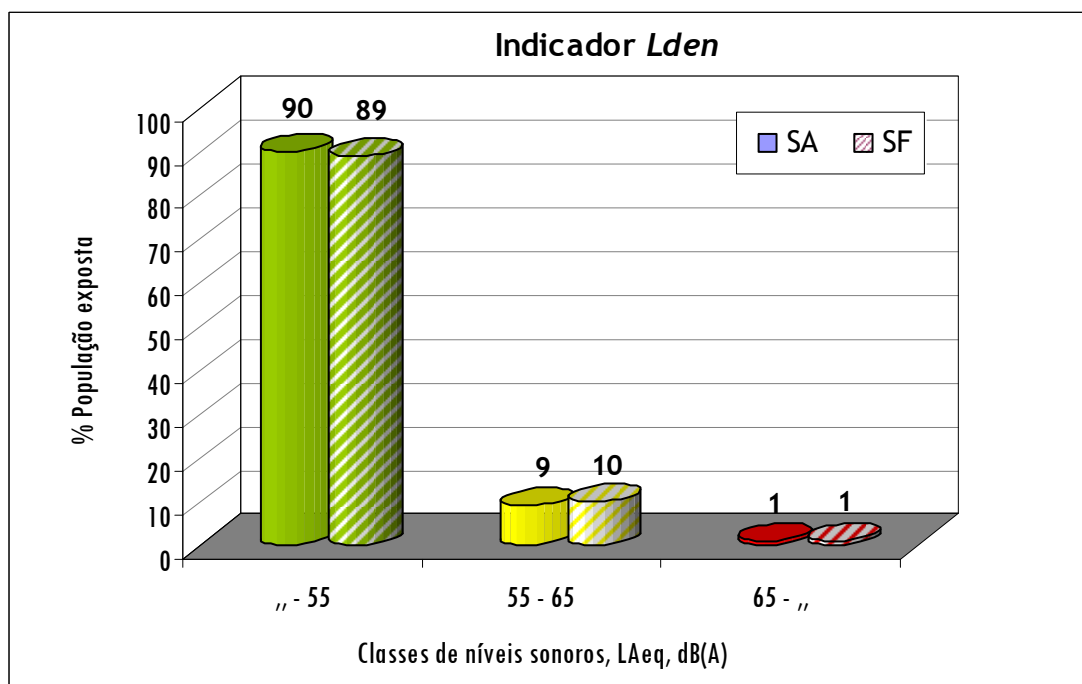


Figura 7: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Castanheira de Pera ao ruído em termos de *Lden* (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno).

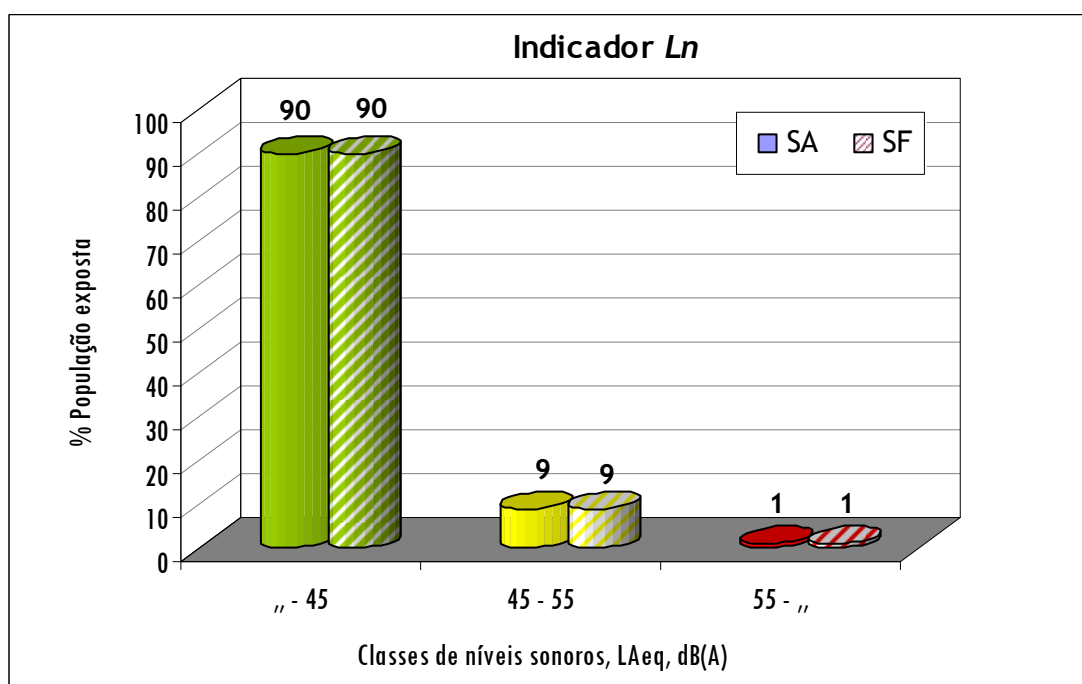


Figura 8: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Castanheira de Pera ao ruído em termos de *Ln* (indicador de ruído noturno).

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

- I. Os níveis de ruído ambiente característicos da área concelhia não configuram, situações conflituosas no que diz respeito à exposição da população a níveis de ruído considerados excessivos (tanto para o indicador de ruído *Lden* como para o *Ln*);
- II. A **principal fonte** de ruído do Concelho de Castanheira de Pera, quer qualitativa quer quantitativa, é o **tráfego rodoviário**;
- III. As vias rodoviárias mais ruidosas (com volumes de tráfego inferiores a 3 000 veículos/dia) são EN236-1 e as Ruas João Bebiano e Silva Rodrigues e a Avenida de São Domingos.
- IV. Relativamente ao ruído industrial e ao tráfego aéreo, verificou-se que estes não têm impacto sonoro relevantes sobre a população local;
- V. Estimativas efetuadas para as duas situações estudadas, apontam para que:

A quase totalidade da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas mistas [Lden<65 dB(A) e Ln<55 dB(A)];

E 90% da população está em locais com níveis sonoros compatíveis com zonas sensíveis, relativamente aos descritores Lden e Ln.