

# Plano Director Municipal Pedrógão Grande

Setembro 2008 | Câmara Municipal de Pedrógão Grande



## Mapa De Ruído

## Resumo Não Técnico

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

## Índice

1. Descrição e Enquadramento do Estudo .....	3
2. Aspectos Metodológicos.....	5
2.1 Área de Estudo .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
2.2 Indicadores de Ruído Adoptados .....	5
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 .....	7
2.7 Fontes de Ruído - Recolha e Tratamento de Dados.....	8
3. Resultados .....	9
4. Principais Conclusões .....	12

## 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.

Os princípios consagrados no RGR definem um quadro regulador da poluição sonora com ênfase no princípio da prevenção, que se consubstancia na incorporação da variável ruído no ordenamento territorial e no estabelecimento de um conjunto de requisitos diversos à instalação e exercício de *actividades ruidosas*.

Pretende-se portanto integrar o factor ruído na tomada de decisão por 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)<sup>12</sup>:

- 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 n.º 3 do mesmo artigo está estabelecido que o processo de zonamento «implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor».

No n.º 1 do artigo 7.º, o RGR estabelece a obrigatoriedade de as câmaras municipais elaborarem «mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos directores municipais e dos planos de urbanização».

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. Estes planos devem ser executados num prazo máximo de dois anos contados a partir da data de entrada em vigor do RGR (Fevereiro de 2009).

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 Pedrógão Grande, em termos dos indicadores  **$L_{den}$  e  $L_n$** .

---

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

<sup>2</sup> Valores que podem variar consoante exista ou esteja projectada para a sua proximidade uma grande infra-estrutura de transporte.

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 de uma dada área, 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.

Desta forma, os Mapeamentos Acústicos do presente trabalho foram obtidos por técnica “mista” – partiu-se de dados de base teóricos, geraram-se os campos sonoros associados e procederam-se às calibrações / ajustes necessários à obtenção de Mapas de Ruído finais que reflectissem os resultados obtidos nas medições.

Seguidamente, são descritos os aspectos metodológicos essenciais do estudo efectuado, os principais resultados obtidos e os dados conclusivos que se consideram relevantes incluir neste RNT<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Um Resumo Não Técnico é, por natureza, um documento simplificado que deve sumariar 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, portanto, ser o de tornar a informação essencial do trabalho acessível a todos os cidadãos interessados.

## 2. Aspectos Metodológicos

### 2.1 Área de Estudo

O objecto de estudo do presente trabalho consistiu na elaboração dos Mapeamentos de Ruído do Concelho de Pedrógão Grande, à escala de Plano Director Municipal (1: 10 000).

Composto por 3 freguesias, o concelho de Pedrógão Grande tem uma área total aproximada de 129 Km<sup>2</sup> e uma população residente de 4 398 habitantes (dados do Censos 2001).

Em termos de rede viária, destaca-se o itinerário complementar IC8 que atravessa o concelho de oeste para este e ainda outras vias estruturantes da rede nacional de ligação aos concelhos vizinhos – ER2, ER236 e EN236-1.

### 2.2 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 µPa (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).

No presente estudo e, de acordo com as prerrogativas nacionais e comunitárias aplicáveis, tomou-se como parâmetro acústico o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A,  $L_{Aeq,LT}$ , na acepção 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<sub>d</sub>**), do entardecer (**L<sub>e</sub>**) e nocturno (**L<sub>n</sub>**), definidos como sendo o 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<sub>den</sub>**), correspondendo a um indicador de ruído associado ao incómodo global, dado pela seguinte expressão:

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[ 13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{L_e+5/10} + 8 \times 10^{L_n+10/10} \right]$$

O indicador **L<sub>den</sub>** corresponde a um indicador de ruído ambiente de 24 horas que penaliza os ruídos ocorrentes nos períodos entardecer e nocturno, uma vez, em geral, estão associados a maior incómodo.

Os mapas de ruído foram elaborados para os indicadores de ruído **L<sub>den</sub>** e **L<sub>n</sub>** 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 Director Municipal (1:10 000).

## 2.4 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).

## 2.5 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 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 Pedrógão Grande foi dividida numa malha de 20\*20 metros, resultando em cerca de 320 000 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

A informação necessária à elaboração de Mapas de Ruído pode ser obtida utilizando modelos de cálculo devidamente validados ou recorrendo a medições acústicas. A solução ideal depende de um conjunto diversificado de factores, como sejam a quantidade e qualidade da informação disponível, os objectivos que se pretendem alcançar, as escalas de trabalho, a tipologia de fontes sonoras envolvidas, etc.

As abordagens estritamente baseadas em medições apresentam limitações significativas, como sejam, a morosidade na obtenção de resultados, o carácter pontual dos mesmos e a reduzida flexibilidade ao nível da predição e actualização. Apesar disto, esta prática é ainda utilizada em plantas industriais ou outras instalações de áreas limitadas onde a complexidade de fontes sonoras presentes tornam a técnica de medida num procedimento mais eficiente. A modelação matemática constitui, por excelência, a ferramenta de suporte em previsão e é desejável na perspectiva de obtenção de resultados e bases de trabalho dinâmicos.

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 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 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 é 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.

## 2.7 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).

A selecção, identificação e caracterização das fontes sonoras é um aspecto crucial na elaboração de um Mapeamento de Ruído. De uma forma genérica, para os Mapas de Ruído elaborados a escalas compatíveis com Planos Directores Municipais e com Planos de Urbanização, as principais tipologias de fontes a considerar e avaliar são: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, aeroportos ou aeródromos, unidades industriais.

Concretamente para o caso estudado, e segundo os critérios adiante detalhados, considerou-se para o cálculo o **tráfego rodoviário**, uma vez que é a única fonte geradora de ruído minimamente significativo na área em análise. O quadro seguinte apresenta as vias de tráfego rodoviário caracterizadas no âmbito do presente estudo.

**Quadro 1:** Rede rodoviária do concelho de Pedrógão Grande estudada no âmbito do presente trabalho.

Tipo de Estrada	Estradas
Itinerário Complementar	IC 8;
Rede Complementar	ER 2109, ER 236, EN 236-1;
EM's e CM's	EM 2, EM 350, EM 513, EM 515, EM 516, EM 513/CM 1170, EM 516/CM 1167, CM 1139, CM 1170, e CM 1172;
Arruamentos de interesse	Avenida 25 de Abril (R01), Avenida Comendadora Maria Eva Nunes Correia (R02), Avenida Comendador Manuel Nunes Correia (R03), Avenida Miguel Leitão de Andrade - Largo Devessa (R04) e Rua Dom Joaquim Jacinto (R05);
Vias Futuras/Projectadas	Variante a Vila Facaia (VF01)

O trabalho de recolha de dados necessários à previsão dos níveis sonoros envolveu a realização de campanhas de contagem de tráfego num total de 14 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” das Estradas de Portugal (EP).

O ruído industrial foi objecto de levantamentos de campo destinados à identificação de áreas / unidades industriais potencialmente relevantes em termos de emissões sonoras, tendo-se constatado a inexistência de pontos de emissões ruidosas significativas.

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 efectuada 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 à via projectada, em razão da inexistência de estudos disponíveis sobre previsões de tráfego para estas vias, adoptaram-se estimativas de fluxos de tráfego em função da dinâmica actualmente existente e tendo também em consideração a tipologia das vias em causa e a previsível magnitude de utilização (quadro 2).

No Anexo I apresentam-se os Mapas de Ruído finais obtidos no âmbito do presente estudo para a situação actual (Ano 2008).

No Anexo II 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. Excluiu-se também do conteúdo deste texto os resultados relativos às medições de caracterização do ruído industrial.

Quadro 2: Estimativas de tráfego nas vias projectadas.

Estrada	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
	Período Diurno		Período Entardecer		Período Nocturno	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
Variante a Vila Facaia (VF01)	25	0	18	0	3	0

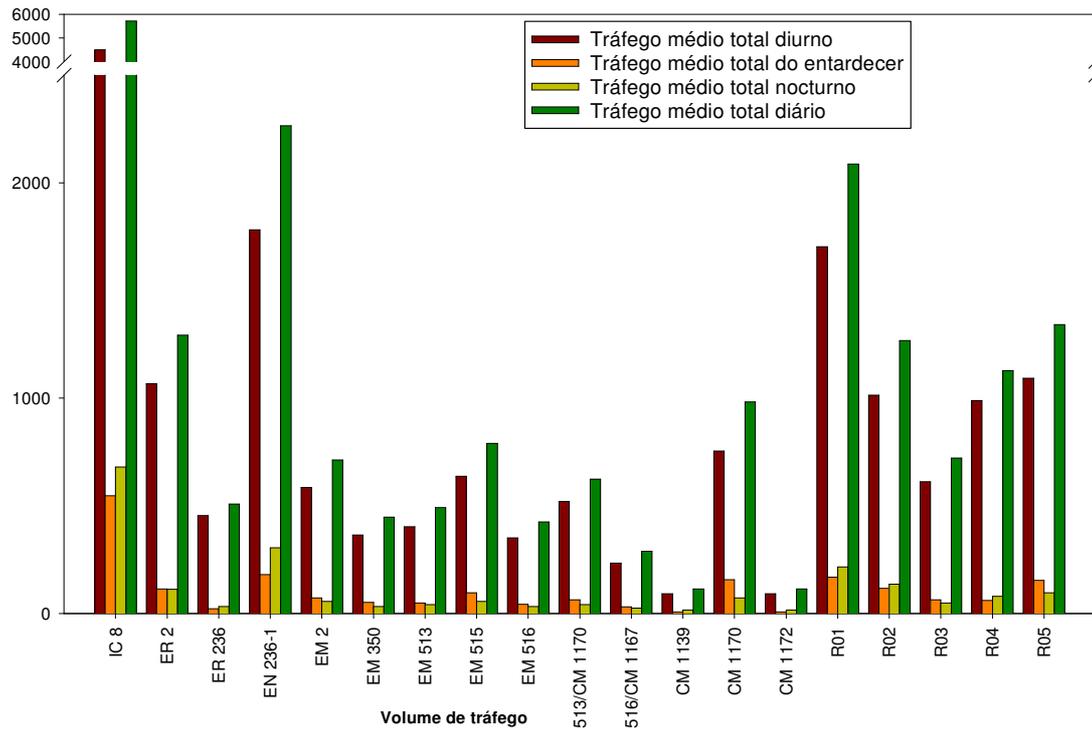


Figura 1: Estimativas dos quantitativos do tráfego rodoviário médio diário total por estrada.

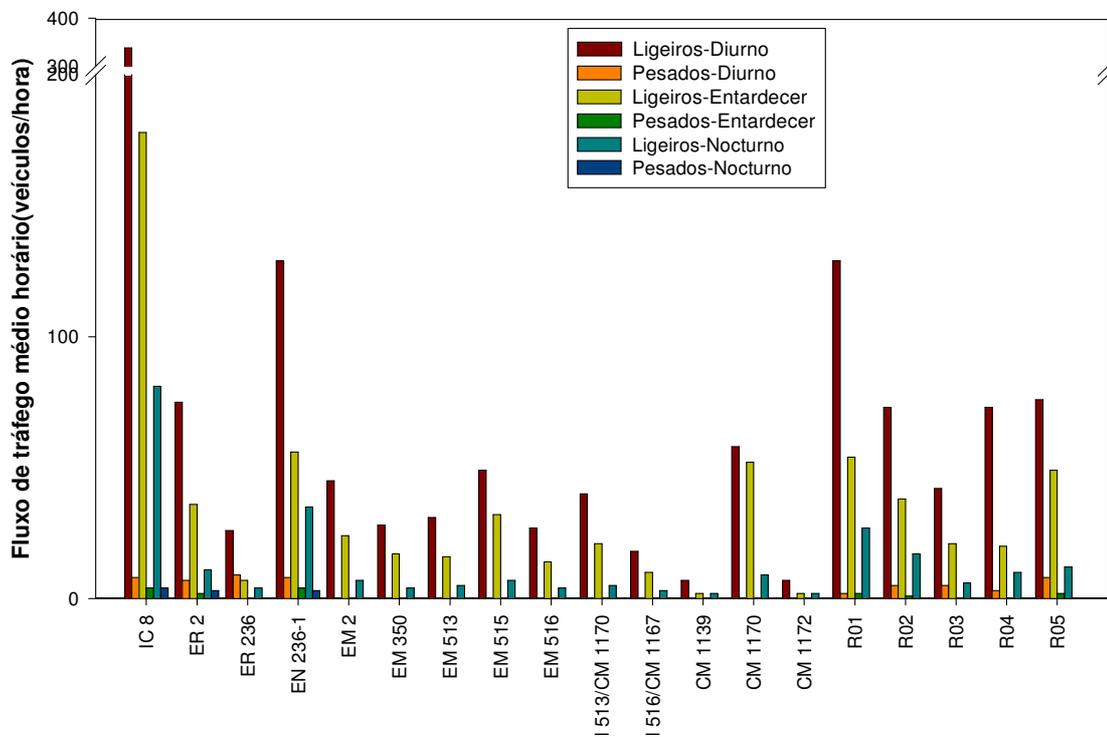


Figura 2: Fluxos horários médios estimados, por estrada, tipologia de veículos e período de referência.

## 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.

Assim, a partir de dados sobre densidades populacionais do concelho e das suas freguesias, estimaram-se as percentagens de exposição às diferentes classes de níveis de ruído. Estas estimativas, para ambos os indicadores de ruído (**Lden** e **Ln**), apresentam-se no quadro 8 e gráficos das figuras 8 e 9.

**Quadro 8:** 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 sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	<b>Lden</b>					<b>Ln</b>								
	Situação Actual (SA)		Situação Futura (SF)		Variação (SF-SA)	Situação Existente (SE)		Situação Futura (SF)		Variação (SF-SA)				
<35	55	95	55	95	0	0	75	93	75	93	0	0		
35-40	12		12		0		11		11		0			
40-45	13		13		0		7		7		0			
45-50	9		9		0		4	4	0					
50-55	6		6		0		2	2	0					
55-60	3	4	3	4	0	0	1	1	1	1	0	0		
60-65	1		1		0		0		0		0			
65-70	1	1	1	1	0	0	0		0		0		0	0
70-75	0		0		0		0				0			
75-80	0		0		0		0				0			
>80	0		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.

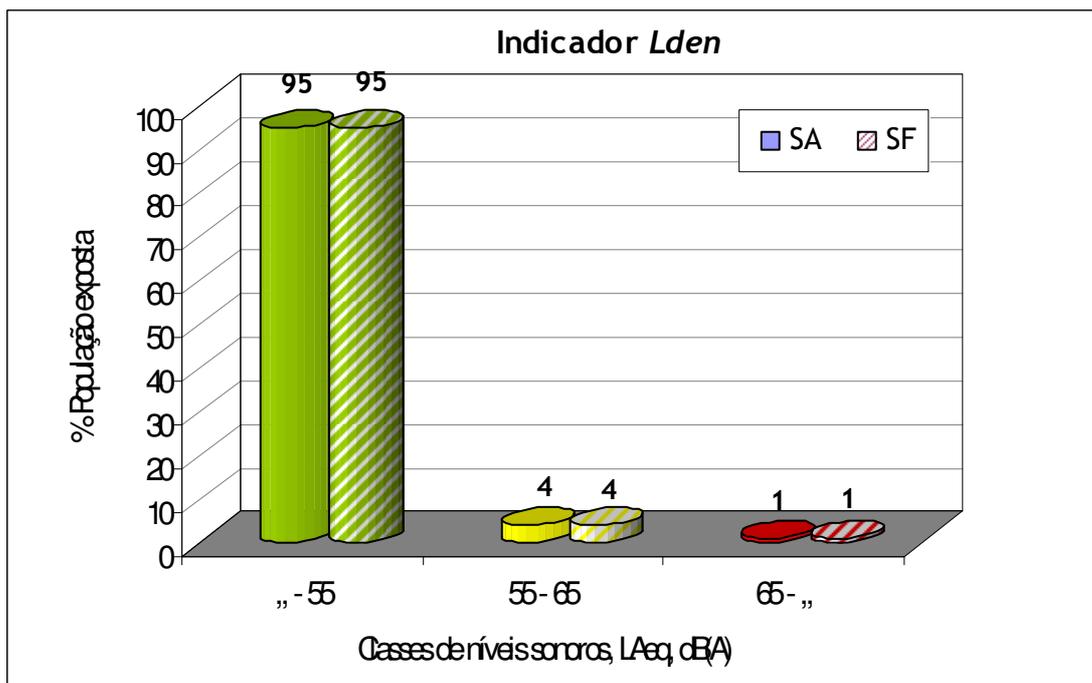


Figura 7: Representação gráfica das estimativas dos níveis de exposição da população do Concelho de Pedrógão Grande ao ruído em termos de *Lden* (indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno).

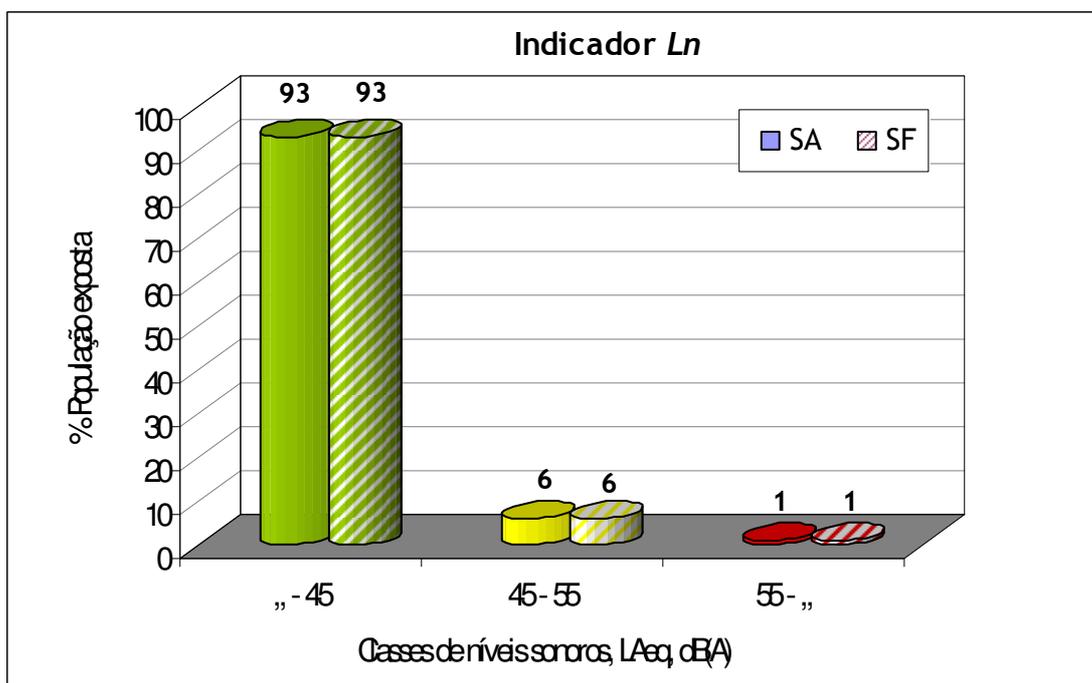


Figura 8: Representação gráfica das estimativas dos níveis de exposição da população do Concelho de Pedrógão Grande ao ruído em termos de *Ln* (indicador de ruído nocturno).

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

- 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 Pedrógão Grande, quer qualitativa quer quantitativamente, é o **tráfego rodoviário**;
- III. As **vias rodoviárias mais ruidosas** (embora com volumes de tráfego inferiores a 8000 veículos/dia) são a **IC8 e as vias estruturantes da rede nacional**, e em particular a **ER2** e a **EN 236-1**, que servem e atravessam o concelho;
- IV. Relativamente ao ruído industrial, verificou-se que este não tem impacto sonoro relevantes sobre a população local;
- V. Estimativas efectuadas no âmbito do presente estudo, 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)];**

**Cerca de 95% da população está em locais com níveis sonoros compatíveis com zonas sensíveis, relativamente aos descritores Lden e Ln.**

## Anexo I - Mapas de Ruído - Ano 2008

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2008
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Ano 2008

## Anexo II - Mapas de Ruído - Ano 2018

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2018
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Ano 2018