

Laboratório de Acústica e Vibrações – LABAV

MUNICÍPIO DE TONDELA



-----*Resumo Não Técnico*-----

Relatório n.º MR.1466/09-NP

19 de Outubro de 2009

ÍNDICE

1. Descrição e Enquadramento do Estudo	3
2. Aspectos Metodológicos.....	4
2.1 Área de Estudo	4
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	7
3. Resultados	9
4. Principais Conclusões.....	11

EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO Nuno Pereira, Dr.	FUNÇÃO Técnico LabAV	DATA	ASSINATURA
APROVAÇÃO Ricardo Fonseca, Eng.º	FUNÇÃO Director 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 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 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)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 da Tondela*, 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 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.

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 projectada para a sua proximidade uma grande infra-estrutura 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 aspectos metodológicos essenciais do estudo efectuado, os principais resultados obtidos e os dados conclusivos que se consideram relevantes incluir neste RNT³.

2. Aspectos Metodológicos

2.1 Área de Estudo

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

O Concelho de Tondela abrange uma área territorial de cerca de 373 km² integrando 26 freguesias: Barreiro de Besteiros, Campo de Besteiros, Canas de Santa Maria, Caparrosa, Castelões, Dardavaz, Ferreirós do Dão, Guardão, Lajeosa, Lobão da Beira, Molelos, Mosteirinho, Mosteiro de Fráguas, Mouraz, Nandufe, Parada de Gonta, Sabugosa, Santiago de Besteiros, São João do Monte, São Miguel do Outeiro, Silvares, Tonda, Tondela, Tourigo, Vila Nova da Rainha e Vilar de Besteiros.

O concelho de Tondela tem uma população residente de 31 152 habitantes (dados do Censos 2001).

Relativamente à rede viária, o concelho é atravessado pelo IP3, que possibilita um rápido acesso a Viseu e Coimbra e às auto-estradas A25 e A24. É ainda servido pela EN2, que atravessa todo do concelho, e por várias estradas municipais que ligam as várias freguesias do concelho.

Do ponto de vista das actividades económicas, o concelho de Tondela apresenta uma estrutura económica assente no sector terciário e secundário, em detrimento do sector primário.

³ Um Resumo Não Técnico é um documento simplificado que deve sumarizar 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.

O presente RNT sumariza a informação incluída no Relatório Final n.º MR.1465/09-NP, de 19/10/2009, elaborado pela equipa técnica da ECO 14.

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 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 decibel - 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 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_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 (*Lden*), 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 *Lden* e *Ln* 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 Tondela foi dividida numa malha de 15*15 metros, resultando em cerca de 1 674 200 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, 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 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.

2.7 Fontes de Ruído - Recolha e Tratamento de Dados

Na acepção 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 2 tipologias de fontes sonoras: tráfego rodoviário e o ruído industrial (o concelho de Tondela não tem aeroportos / aeródromos nem é servido por linhas 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
Itinerário Principal	IP3
Estradas Regionais e Nacionais	ER228,ER230,ER230-3,ER337,EN2
Estradas Municipais	EM523, EM523-1, EM574, EM610, EM623, EM624, EM624-1, EM626, EM627, EXEM627, EM627-1, EM628, EM628-1, EM628-2, EM629, EM632, EM632-1
Caminhos Municipais	CM1380,CM1498,CM1501,CM1502,CM1510,CM1515,CM1521,CM1522,CM1523, CM1528, CM1538
Arruamentos de interesse	Arruamento de ligação ER228-CM1502 (R1), Avenida do Campo de Futebol (R2), Arruamento de ligação EM627-EM627-1(R3), Nó de Acesso IP3 (R4), Rua Irmãos Cardosos de Matos(R5), Avenida Branca Gonta Colaço(R6), , Rua Amália Vale(R7) , Variante Poente (R8), Rua Correia Teles (R9), Variante Nascente(R10) e Rua Dr. José Eurico Gouveia-Avenida Arménio Leite Marques(R11)
Vias Futuras/Projectadas	Novo IP3 (VF01).

O trabalho de recolha de dados necessários à previsão dos níveis sonoros envolveu a realização de campanhas de contagem de tráfego em 32 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 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 levantamento realizado nos pólos industriais da Adiça, do Lajedo e de Vilar de Besteiros revelaram que estes não comportam indústrias de emissões ruidosas de relevo, bem como as pequenas unidades industriais dispersas pelo concelho. No decurso do trabalho de campo, foram identificadas duas pedreiras de granito, junto ao lugar de Mazigueira e junto ao pólo industrial da Adiça, com emissões sonoras que foram consideradas 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 a 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 da via 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 2009).

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 2019).

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 exhaustiva dos dados de entrada utilizados, matéria que se encontra adequadamente descrita da Relatório Final do estudo.

Quadro 2: Estimativa de tráfego na via projectada.

Estrada	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
	Período Diurno		Período Entardecer		Período Nocturno	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
Novo IP3 VF01)	350	35	150	10	75	5

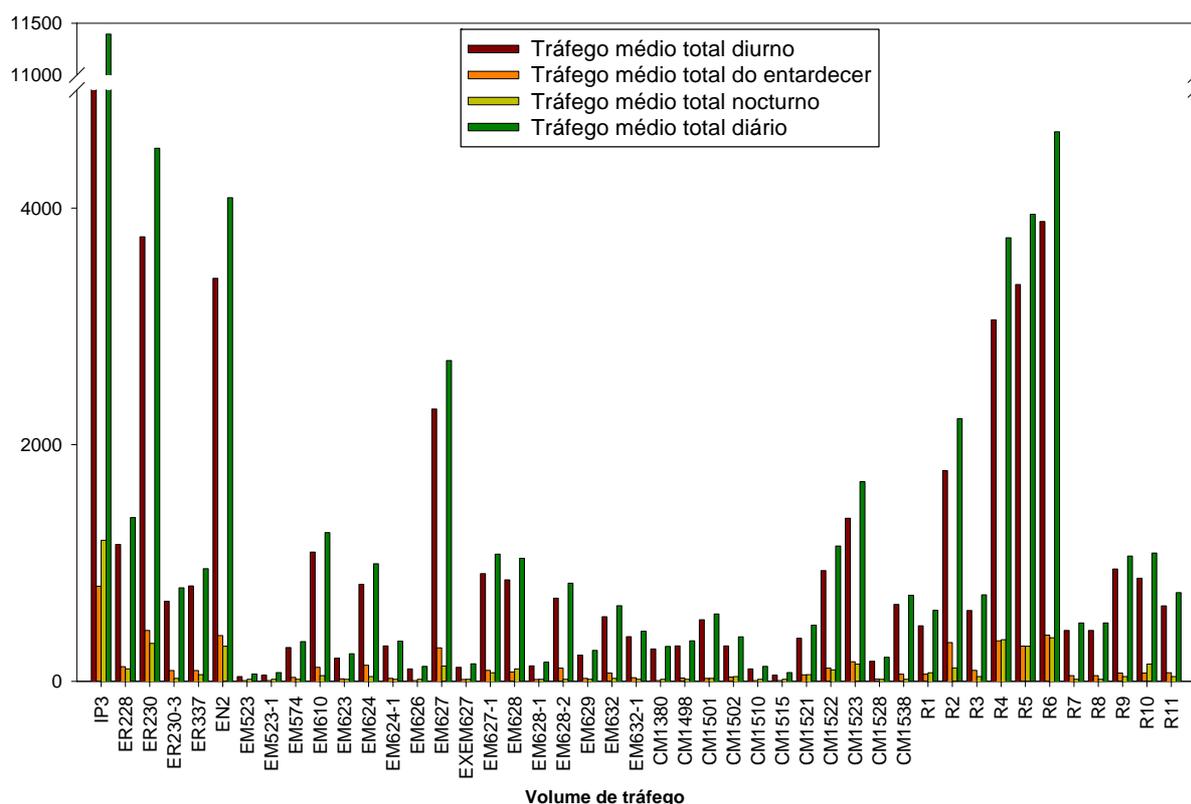


Figura 1: Estimativas dos quantitativos do tráfego rodoviário médio diário total por estrada.

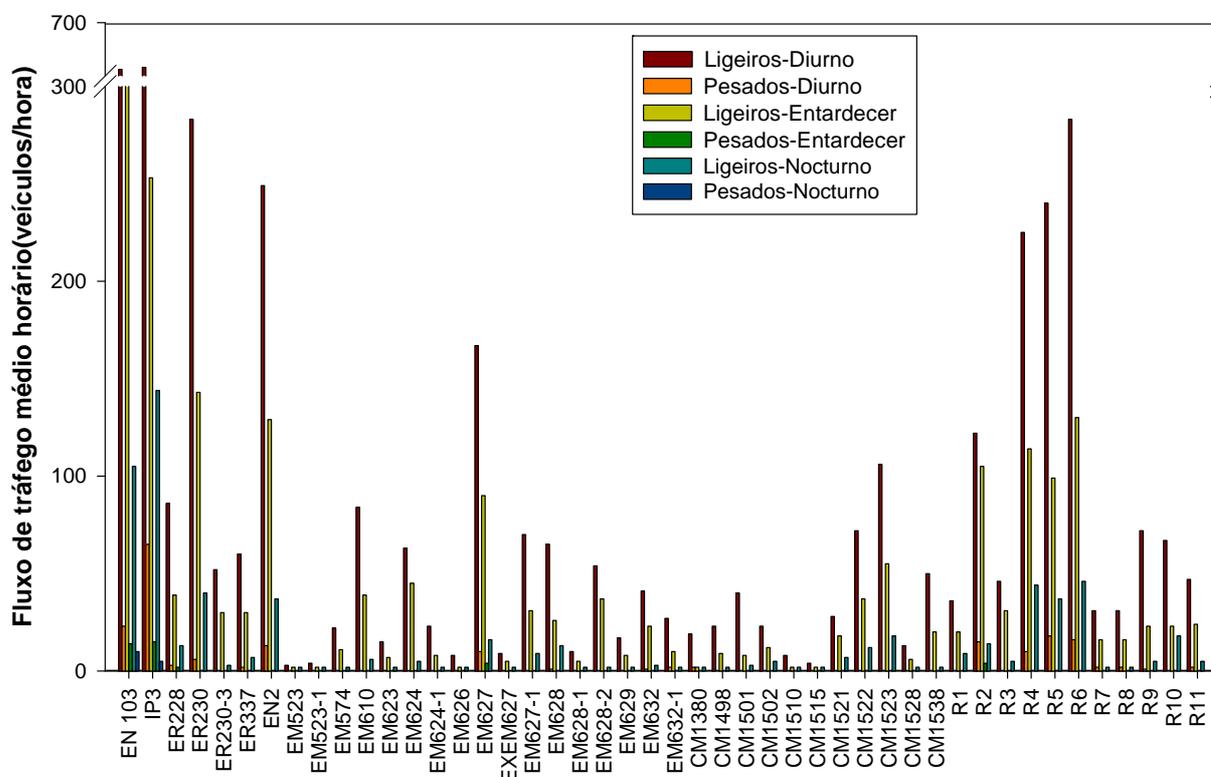


Figura 2: Fluxos horários médios estimados, por estrada, tipologia de veículos e período de referência.

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.

A partir de dados sobre densidades populacionais do concelho e das suas freguesias e dos níveis sonoros da fachada mais exposta de cada receptor 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 3 e 4.

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 sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	<i>Lden</i>					<i>Ln</i>					
	Ano 2009		Ano 2019		Variação (2019-2009)	Ano 2009		Ano 2019		Variação (2019-2009)	
<45	56		57		1		85		87	0	2
45-50	16	86	17	87	1	1				0	-2
50-55	14		13		-1		14		12	0	
55-60	8		8		0					0	0
60-65	5	13	4	12	-1	-1				0	
65-70	1		1		0	0	1		1	0	
>70	0	1	0	1	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.

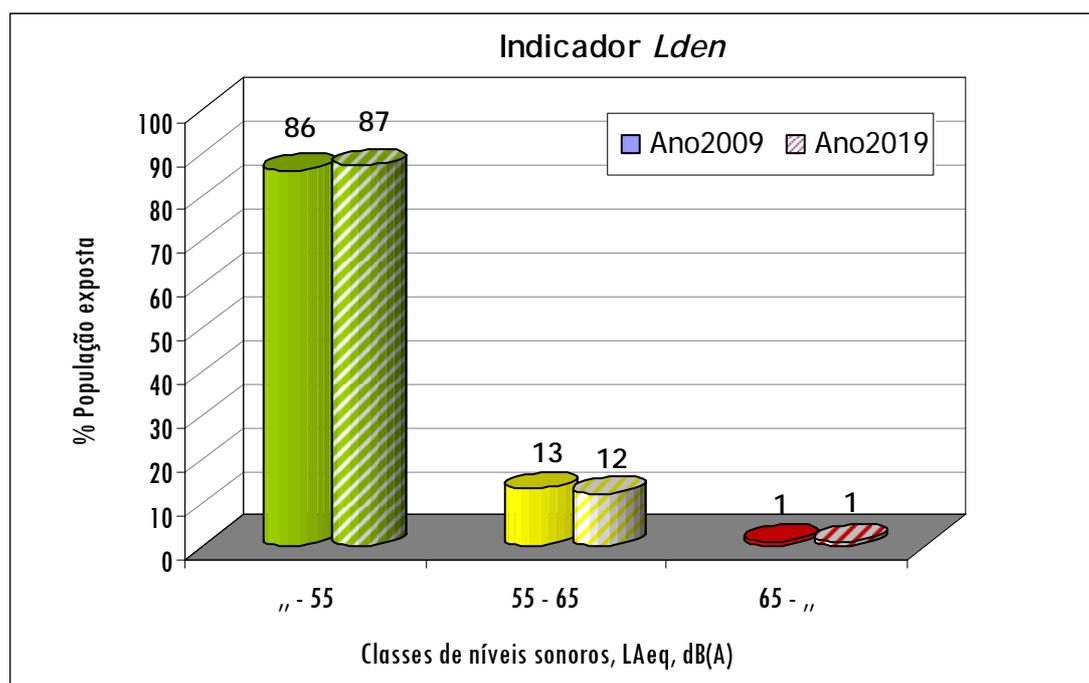


Figura 3: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Tondela ao ruído em termos de *Lden* (indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno).

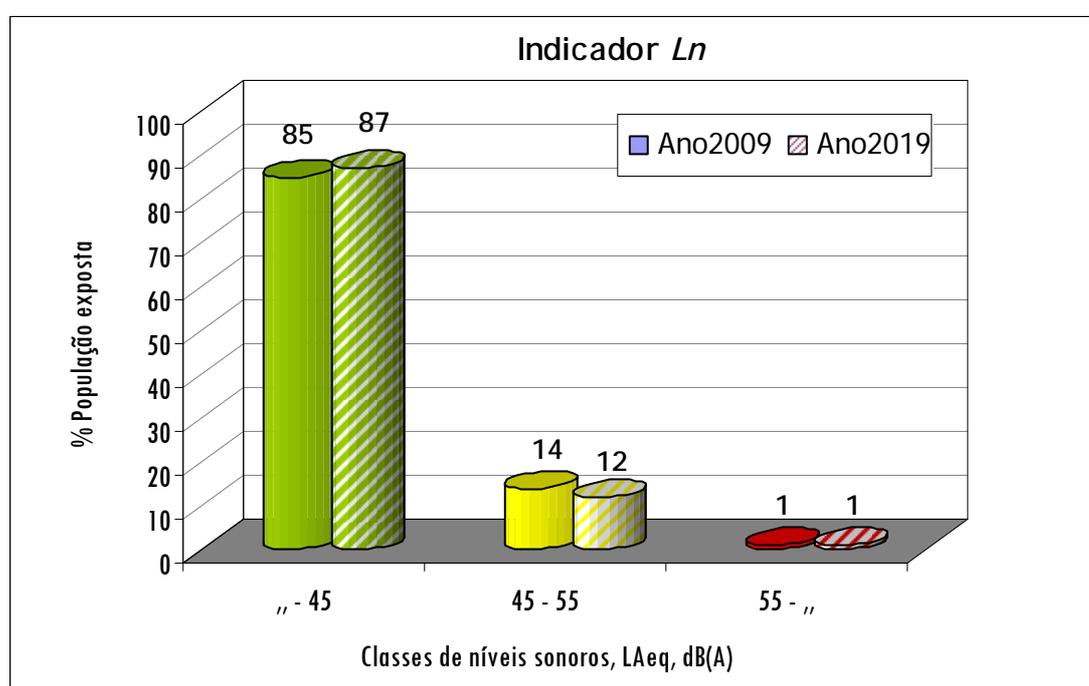


Figura 4: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Tondela ao ruído em termos de *Ln* (indicador de ruído nocturno).

Em termos dos aspectos 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 L_{den} como para o L_n);
- II. A *principal fonte* de ruído do Concelho de Tondela, 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, em particular o *IP3*, seguido da *ER230 e a EN2*;
- IV. Relativamente ao ruído industrial, verificou-se que este não tem impacto sonoro relevante sobre a população local;
- V. Estimativas efectuadas para as duas situações estudadas, apontam para que:

A quase totalidade da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas mistas [$L_{den} < 65$ dB(A) e $L_n < 55$ dB(A)];

Cerca de 85% da população está em locais com níveis sonoros compatíveis com zonas sensíveis, relativamente aos descritores L_{den} e L_n .

Anexo I - Mapas de Ruído - Ano 2009

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2009
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Ano 2009

Anexo II - Mapas de Ruído - Ano 2019

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2019
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Ano 2019