



MAPA DE RUÍDO DO PLANO DE URBANIZAÇÃO DE ÉVORA

DivisãoAmbienteExt
eriorDivisãoAmbient
eExteriorDivisãoAm
bienteExteriorDivisã
oAmbienteExteriorD
ivisãoAmbienteExter
iorDivisãoAmbienteE
xteriorDivisãoAmbie
nteExteriorDivisãoA
mbienteExteriorDivi
sãoAmbienteExterio
rDivisãoAmbienteExt
eriorDivisãoAmbient
eExteriorDivisãoAm
bienteExteriorDivisã

RELATÓRIO: 2024-ADJ096ADA-RELATORIOMAPARUIDO-V02-004-VCR.DOCX

CLIENTE: JORGE CARVALHO URBANISTAS

AUTOR DO RELATÓRIO: VITOR ROSÃO, ALICE RAMOS E DANIEL FERNANDES

DATA: 2024-12-18

SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído;

W.: www.schiu.org

Sector Consultoria; Divisão Ambiente Exterior

T.: +351 289 998 009 (custos rede fixa nacional)

Avenida Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi

M.: +351 919 075 077 (custos rede móvel NOS)

8005-466 Faro – Portugal

E: vitorrosao@schiu.org

Índice

1 Introdução.....	4
2 Enquadramento legal.....	7
3 Modelo de simulação acústica.....	10
4 Situação Atual	14
4.1 Mapa de Ruído desenvolvido	16
4.2 Medições acústicas <i>in situ</i>	16
5 Situação Futura	18
6 Classificação Acústica.....	21
7 Mapa de conflitos e recomendações associadas.....	23
Bibliografia	27
Apêndices.....	29
A1. Fontes de Ruído Modeladas	30
A1. Mapa de Ruído – Situação Atual	31
A2. Mapa de Ruído – Situação Futura	32
A3. Mapa de Conflitos – Situação Futura	33

Índice de Quadros

Quadro 1: Dados de tráfego rodoviário da Situação Atual.....	15
Quadro 2: Dados de tráfego ferroviário da Situação Atual	16
Quadro 3: Resultados das medições <i>in situ</i> e comparação com as previsões do Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual.....	17
Quadro 4: Dados de tráfego rodoviário da Situação Futura para as novas vias	20

Índice de Figuras

Figura 1: Área do PU, fontes de ruído consideradas e Pontos de Medição <i>in situ</i>	5
Figura 2: Apontamentos fotográficos dos pontos de medição <i>in situ</i>	6
Figura 3: Comparação dos dados de emissão sonora de veículos elétricos e da base de dados.....	19

1 Introdução

Pretende-se com o presente Estudo, relativo ao Plano de Urbanização (PU) de Évora, efetuar uma caracterização da situação atual e futura, em termos de ruído ambiente, tendo por base a informação disponível e as técnicas mais eficazes, de acordo com o estado atual da arte, associadas à caracterização de ruído, e efetuar recomendações associadas, relativamente à pormenorização e concretização do Plano.

A localização dos limites do PU (a azul-escuro), dos pontos de medição (PM1 a PM7; a azul-claro), e das principais fontes de ruído existentes, encontra-se na Figura 1 seguinte e no Desenho A em Anexo, possuindo os Pontos de Medição as seguintes coordenadas *GPS* centrais aproximadas:

- PM1: 38°33'55.01"N 7°54'34.72"W.
- PM2: 38°34'37.99"N 7°55'3.02"W.
- PM3: 38°35'8.49"N 7°54'46.15"W.
- PM4: 38°32'50.58"N 7°53'42.64"W.
- PM5: 38°35'4.83"N 7°53'56.62"W.
- PM6: 38°32'46.74"N 7°55'20.17"W.
- PM7: 38°33'35.89"N 7°56'26.87"W.

De destacar a existência da seguinte tipologia principal de fontes de ruído:

- Vias de tráfego rodoviário, identificadas a vermelho na Figura 1.
- Via de tráfego ferroviário, identificada na Figura 1 a roxo e com denominação “Linha Férrea”.
- Aeródromo de Évora, com pista identificada a cor magenta e denominação “Aeródromo” na Figura 1.

- Indústrias (fontes fixas) identificadas a cor verde-escuro na Figura 1 e com denominação I1 e I2.

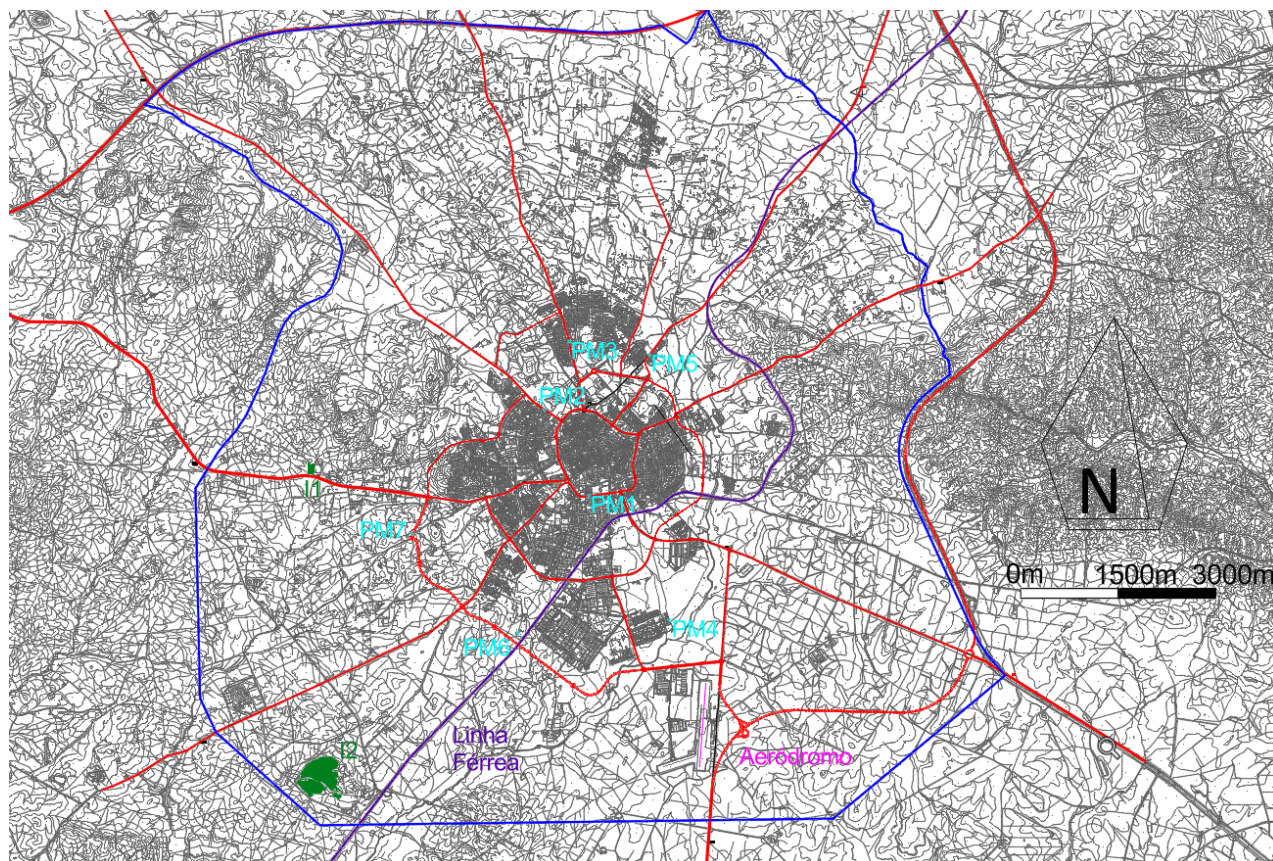


Figura 1: Área do PU, fontes de ruído consideradas e Pontos de Medição *in situ*.



Figura 2: Apontamentos fotográficos dos pontos de medição *in situ*.

2 Enquadramento legal

O Regulamento Geral do Ruído em vigor, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e alterado pelo Decreto-lei n.º 278/2007, de 1 de agosto, estabelece no n.º 6 do seu Artigo 12.º (Controlo prévio das operações urbanísticas) o seguinte:

É interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite fixados no artigo anterior.

Os valores limite estabelecidos no Artigo 11.º (Valores limite de exposição) do DL 9/2007, dependem da classificação acústica (Zona Mista ou Zona Sensível) e da proximidade de fontes de ruído relevantes. Resumem-se em seguida as partes do Artigo 11.º com interesse para o presente caso [as definições de L_{den} e L_n encontram-se, respetivamente, nas alíneas j) e n) do Artigo 3.º (Definições) do DL 9/2007; a definição de Grande Infraestrutura de Transporte (GIT) rodoviário encontra-se na alínea g) do Artigo 3.º (Definições) do DL 9/2007]:

- Zonas Mistas (alínea a) do n.º 1 do Artigo 11º):
 - $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.
- Zonas Sensíveis:
 - Geral (alínea b) do n.º 1 do Artigo 11º):
 - $L_{den} \leq 55 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 45 \text{ dB(A)}$.
 - Proximidade de GIT (alínea c) do n.º 1 do Artigo 11º):
 - $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

A definição de Grande infraestrutura de transporte (GIT) rodoviário, de acordo com as alíneas g) do Artigo 3.º (Definições) do DL 9/2007, é a seguinte:

g) «Grande infra-estrutura de transporte rodoviário» o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional identificada como tal pela Estradas de Portugal, E. P. E., onde se verifique mais de três milhões de passagens de veículos por ano;

As GIT possuem um enquadramento específico na Diretiva Europeia 2002/49/CE, de Ruído Ambiente, transposta pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de junho, retificado pela Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de agosto, e pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.

De acordo com a lista disponível em:

https://apambiente.pt/sites/default/files/Ar_Ruido/Ruido/Lista_GITr_2023.pdf

são Grandes Infraestruturas de Transporte Rodoviários, no Plano em apreço: IP2; EN114.

Transcrevem-se em seguida as definições de Zona Mista e Zona Sensível, constantes nas alíneas v) e x) do Artigo 3.º (Definições) do DL 9/2007.

v) «Zona mista» a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

x) «Zona sensível» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso 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.

De referir ainda que o n.º 7 do Artigo 12.º do DL 9/2007, prevê as seguintes exceções a interdição de implantação de novos Recetores Sensíveis em zonas em incumprimento:

“Exceptuam-se do disposto no número anterior os novos edifícios habitacionais em zonas urbanas consolidadas, desde que essa zona:

a) Seja abrangida por um plano municipal de redução de ruído; ou

b) Não exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo anterior e que o projecto acústico considere valores do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado, $D_{2m,n,w}$, superiores em 3 dB aos valores constantes da alínea a) do n.º 1 do artigo 5.º do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio”.

3 Modelo de simulação acústica

Conforme consta na definição de L_{den} e L_n [alíneas j) e n) do Artigo 3.º (Definições) do DL 9/2007], estes parâmetros devem ser representativos de uma média anual.

Nestas circunstâncias uma caracterização apenas através de medições de ruído *in situ* poderá não ser suficiente para garantir uma representatividade adequada relativamente à média anual.

Nestas circunstâncias é usual que uma caracterização mais completa compreenda a realização de medições de ruído *in situ*, mas também o desenvolvimento de um modelo de simulação onde possam ser introduzidas as características médias anuais do local, com influência na produção e na propagação de ruído, nomeadamente dados de tráfego médios anuais e condições atmosféricas médias anuais.

Conforme previsto no DL 146/2006, as fontes de ruído tipicamente modeláveis, correspondem a:

- tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústrias.

Assim, o ruído de outras atividades, que não os das principais vias tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústrias, também porque são muito variáveis, mas também tipicamente menos relevantes em termos de ruído ambiente global dos locais, não estão incluídas no presente Mapa de Ruído.

Para criação do modelo 3D de simulação acústica, foi utilizado o *software* Cadna A (<http://www.datakustik.com/en/products/cadnaa>) com as seguintes especificações:

- Método de cálculo: CNOSSOS (conforme recomendado no DL 136-A/2019, DL 84-A/2022 e Portaria 42/2023).
- Condições atmosféricas:
 - Temperatura e humidade média anual: 15 °C; 69 %.

- Ocorrência de condições favoráveis e desfavoráveis de propagação sonora (gradientes de temperatura e de vento): Média anual:

Na ausência de dados específicos considerou-se o preconizado no *“Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, 2007”*, adaptados aos períodos Portugueses de acordo com “Rosão, Vitor; Antunes, Sónia - *Limitações e Opções Alternativas da Modelação na Componente Ruído*. Castelo Branco, CNAI, 2006”:

- 52 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período diurno;
 - 75 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período entardecer;
 - 100% de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período noturno.
- Tipo de solo: Considerou-se um coeficiente de absorção sonora médio do solo (α) igual a 0.5.
 - Algoritmo de cálculo:
 - Erro máximo permitido: 0 dB;
 - Raio máximo de busca: 2000 metros;
 - Distância mínima fonte/recetor: 0 metros;
 - Modelo do Terreno: Triangulação;
 - Reflexões: Ordem: 2.
 - Raio de busca: 2000 metros (fonte e recetor);
 - Distância máxima fonte/recetor: 2000 metros;

-
- Distância mínima recetor/refletor: 3,5 metros (para que seja contabilizado o som incidente em cada edifício e não o som refletido, conforme preconizado no Anexo I da Diretiva 2002/49/CE – Decreto-Lei nº 146/2006, de 31 de julho);
 - Distância mínima fonte/refletor: 0,1 metros.
 - Altura acima do solo das previsões: 4 metros.
 - Grelha dos Mapas de Ruído: 10x10 metros.
 - Cartografia:
 - Consideração da informação planimétrica e altimétrica disponível, para a Situação Atual e Futura.
 - Fontes de Ruído:
 - Dados de tráfego rodoviário e de via que se apresentam no capítulo “4 Situação Atual” e no capítulo “5 Situação Futura”:
 - No caso do tráfego rodoviário, a base de dados utilizada é a do método CNOSSOS, de acordo com os dados de tráfego e de via disponíveis.
 - Apesar de já existir alguma prevalência de veículos elétricos na situação atual, e ser previsível uma maior prevalência na Situação Futura, considerou-se, por segurança (provavelmente bastante segurança para a Situação Futura), apenas a emissão sonora associada a veículos de motor de explosão.
 - No caso do tráfego ferroviário, a base de dados utilizada é a do método SRMII, com as adaptações ao material circulante português constante no documento: <https://www.schiu.com/utlidades/artigos/Artigo-ModelacaoTrafegoFerroviario.pdf>. Os dados de tráfego e de via contam no capítulo “4 Situação Atual”, sendo assumidos os mesmos dados para a Situação Futura.

- Tráfego aéreo: a caracterização *in situ* e a informação de cerca de 15000 movimentos anuais, levou à consideração de rotas com um Nível de Potência Sonora por unidade de Comprimento de $L_{AW/m} = 88 \text{ dB(A)/m}$, para a Situação Atual e Futura.
- Indústrias principais:
 - Considerou-se adequado, na combinação da perspetiva de segurança dos dados de tráfego ferroviário, aéreo e rodoviário, sobretudo para o período do entardecer e noturno, e de acordo como o observado/medido *in situ*, considerar uma fonte horizontal em área a emitir apenas no período diurno: $L_{AW/m2} \approx 65 \text{ dB(A)/m}^2$, na Situação Atual e Futura.
- Código de cores: Diretrizes APA (2022):

Quadro XI - Relação de cores para as classes de níveis sonoros

Classe do Indicador (dB (A))	Code list (CDG)	L_{den}	L_n	Cor	RGB
< 40	LdenLowerThan40 / LnightLowerThan40	X*	X*	Verde claro	80,255,0
≥ 40 a < 45	Lden4044 / Lnight4044	X*	X*	Verde escuro	0,180,0
≥ 45 a < 50	Lden4549 / Lnight4549	X*	X	Amarelo	255,255,70
≥ 50 a < 55	Lden5054 / Lnight5054	X*	X	Ocre	255,220,0
≥ 55 a < 60	Lden5559 / Lnight5559	X	X	Laranja	255,180,0
≥ 60 a < 65	Lden6064 / Lnight6064	X	X	Vermelho	255,0,0
≥ 65 a < 70	Lden6569 / Lnight6569	X	X	Carmim	200,0,0
≥ 70 a < 75	Lden7074 / LnightGreater70	X	X	Magenta	255,0,255
≥ 75	LdenGreater75	X		Azul	0,0,255

* Opcional no mapa (pdf)

4 Situação Atual

No Quadro 1 apresentam-se os dados de tráfego rodoviário e de via considerados para a situação atual tendo em conta os seguintes pressupostos principais:

- Os dados de tráfego foram deduzidos da informação disponibilizada pela Infraestruturas de Portugal (IP) para as Estradas Nacionais na área do PU, e de acordo com contagens *in situ*.
- As velocidades tiveram em conta a sinalização observada *in situ*.
- O tipo de pavimento teve em conta o observado *in situ*:
 - Betuminoso normal: CNS01 (categoria de pavimento do método CNOSSOS).
 - Calçada: CNS10 (categoria de pavimento do método CNOSSOS).

No Quadro 2 apresentam-se os dados de tráfego ferroviário e de via considerados para a situação atual tendo em conta os seguintes pressupostos principais:

- Os dados de tráfego e de velocidade foram deduzidos da informação disponibilizada pela Infraestruturas de Portugal (IP) para a Linha Casa Branca /Évora.
- A conversão do material circulante português nos tipos de comboio do método SRM II, foi efetuada da seguinte forma, baseada no documento <https://www.schiu.com/utilidades/artigos/Artigo-ModelacaoTrafegoFerroviario.pdf>:
 - IC LOC5600: 1xC03m+5xC01.
 - UDD450: 1xC05d+1xC06

Quadro 1: Dados de tráfego rodoviário da Situação Atual

Ref.	Desig.	Tráfego Médio Horário (TMH)						Velocidade [km/h]		Tipo de Pavimento
		Diurno (7h-20h)		Entardecer (20h-23h)		Noturno /23h-7h)				
		Total	%P	Total	%P	Total	%P	Lig.	Pes.	
Rv01	EN18-1	880	2.5	288	2.5	96	1.5	50	50	CNS01
Rv02a	CM1094	726	3.4	288	1.5	96	7.4	50	50	CNS01
Rv02b	CM1094	726	3.4	288	1.5	96	7.4	30	30	CNS01
Rv03a	EN114-1	758	3.4	344	2.6	96	8.7	90	80	CNS01
Rv03b	EN114-1	758	3.4	344	2.6	96	8.7	70	70	CNS01
Rv03c	EN114-1	758	3.4	344	2.6	96	8.7	60	60	CNS01
Rv03d	EN114-1	758	3.4	344	2.6	96	8.7	50	50	CNS01
Rv04a	IP2	594	4.4	268	3.5	75	7.3	50	50	CNS01
Rv04b	IP2	594	4.4	268	3.5	75	7.3	50	50	CNS10
Rv04c	IP2	594	4.4	268	3.5	75	7.3	30	30	CNS10
Rv05a	EN18-2	661	4.6	216	2.6	72	7.1	70	70	CNS01
Rv05b	EN18-2	661	4.6	216	2.6	72	7.1	50	50	CNS01
Rv05c	EN18-2	661	4.6	216	2.6	72	7.1	50	50	CNS10
Rv05d	EN18-2	661	4.6	216	2.6	72	7.1	30	30	CNS10
Rv06a	CircE	541	4.9	233	2.8	68	7.1	70	70	CNS01
Rv06b	CircE	541	4.9	233	2.8	68	7.1	50	50	CNS01
Rv06c	CircE	541	4.9	233	2.8	68	7.1	30	30	CNS01
Rv07a	EN18	474	4.8	155	1.8	52	3.8	70	70	CNS01
Rv07b	EN18	474	4.8	155	1.8	52	3.8	50	50	CNS01
Rv08a	CM1088	404	4	153	2.1	47	6.1	60	60	CNS01
Rv08b	CM1088	404	4	153	2.1	47	6.1	40	40	CNS01
Rv08c	CM1088	404	4	153	2.1	47	6.1	30	39	CNS01
Rv09a	M257	404	4	153	2.1	47	6.1	90	80	CNS01
Rv09b	M257	404	4	153	2.1	47	6.1	50	50	CNS01
Rv09c	M257	404	4	153	2.1	47	6.1	30	30	CNS01
Rv10a	EN114-4	333	3.2	151	2.4	42	8.3	90	80	CNS01
Rv10b	EN114-4	333	3.2	151	2.4	42	8.3	50	50	CNS01
Rv11a	EN380	325	6.4	121	3	40	5.6	90	80	CNS01
Rv11a	EN380	325	6.4	121	3	40	5.6	50	50	CNS01
Rv12	A6	315	12	119	12	38	12	120	100	CNS01
Rv13a	EN254-1	180	6	68	3	22	5	70	70	CNS01
Rv13b	EN254-1	180	6	68	3	22	5	50	50	CNS01

Quadro 2: Dados de tráfego ferroviário da Situação Atual

Ref.	Desig.	Tráfego Médio Diário (TMD)						Velocidade [km/h]	Tipo de via
		Diurno (7h-20h)		Entardecer (20h-23h)		Noturno /23h-7h)			
		IC LOC 5600	UDD 450	IC LOC 5600	UD D 450	IC LOC 5600	UDD 450		
Fv01a	Linha Férrea	7.8	3.8	1	1	0	0	160	Concrete sleepers in gravel. Joinless rails
Fv01b	Linha Férrea	7.8	3.8	1	1	0	0	60	Concrete sleepers in gravel. Joinless rails

4.1 Mapa de Ruído desenvolvido

Com base na cartografia, dados de tráfego, de via, de emissão e modelo de simulação acústica disponíveis, desenvolveu-se o Mapa de Ruído da Situação Atual, cujos resultados se apresentam no Desenho B1 e B2 em anexo.

4.2 Medições acústicas *in situ*

No Quadro 3 apresentam-se os resultados das medições *in situ* realizadas nos dias 20 a 30 de maio de 2024, e a sua comparação com os resultados do Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual, e que demonstram diferenciais maioritariamente dentro da gama ideal, para este tipo de modelação, de $\pm 2\text{dB}$.

As exceções possuem justificação:

- PM6, entardecer e noite, e PM7 noite: medição com prevalência de fontes, em particular natureza, não modeláveis.

Quadro 3: Resultados das medições *in situ* e comparação com as previsões do Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual

Ponto	Medição				Previsão				Previsão – Medição			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}	L_d	L_e	L_n	L_{den}	L_d	L_e	L_n	L_{den}
PM1	70	66	61	70	71	68	62	72	1	2	1	2
PM2	63	60	55	64	65	61	56	65	2	1	1	1
PM3	65	57	53	64	64	59	55	65	-1	2	2	1
PM4	52	43	40	51	53	41	38	52	1	-2	-2	1
PM5	65	60	55	65	67	62	57	67	2	2	2	2
PM6	53	51	37	52	51	48	27	50	-2	-3	-10	-2
PM7	47	45	42	50	45	43	39	47	-2	-2	-3	-3

5 Situação Futura

O advento dos veículos elétricos tem feito com que alguns fabricantes de automóveis tenham declarado que vão deixar de construir veículos com combustão interna e passar a construir apenas veículos elétricos, inclusive veículos pesados¹.

Algumas empresas de transportes de camiões possuem políticas ambientais fortes e têm como objetivo que toda a sua frota, a curto prazo, passe para veículos elétricos ou similares².

De facto, há estimativa de que, em todo o mundo, até 2040³, a maioria dos veículos automóveis passe a ser elétrico, e até 2030⁴, 1/3 (33%) dos veículos será elétrico.

Em Portugal, em 2024⁵, foram já vendidos mais carros elétricos do que carros a gasóleo ou gasolina.

Para comparar o ruído dos carros elétricos relativamente ao ruído dos carros de combustão interna, na ausência de dados oficiais no método CNOSSOS, considera-se adequado verificar o constante no documento “Marie Agnès Pal-las, et. al. – *Noise emission of electric and hybrid electric vehicles: deliverable FOREVER (n° Forever WP2_D2-1- V4)*. 2015”⁶.

A “Figure 39” do documento, que se apresenta em seguida, compara os valores globais do método CNOSSOS (Categoria 1) com os dados obtidos, para veículos elétricos, para diferentes velocidades de circulação, pelas seguintes entidades:

- TRL: Transport Research Laboratory, United Kingdom.
- IFSTTAR: Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.

¹ <https://www.volvotrucks.com.pt/pt-pt/news/press-releases/2021/apr/volvo-trucks-now-ready-to-electrify.html>.

² <https://www.dn.pt/dinheiro/mercadona-inicia-teste-com-um-novo-camiao-100-eletrico-e-livre-de-emissoes-gee-pm-e-nox-14372924.html/>.

³ <https://cebds.org/noticia/carros-eletricos-serao-maioria-ate-2040-aponta-estudo/#.YSpNc455tPZ>.

⁴ <https://www.turbo.pt/veiculos-eletricos-vendas-em-2030-serao-um-terco-do-total/>.

⁵ <https://www.cmjornal.pt/economia/detalhe/eletricos-superam-venda-de-carros-a-gasolina-e-gasoleo>.

⁶ <https://hal.science/hal-02177735/document>.

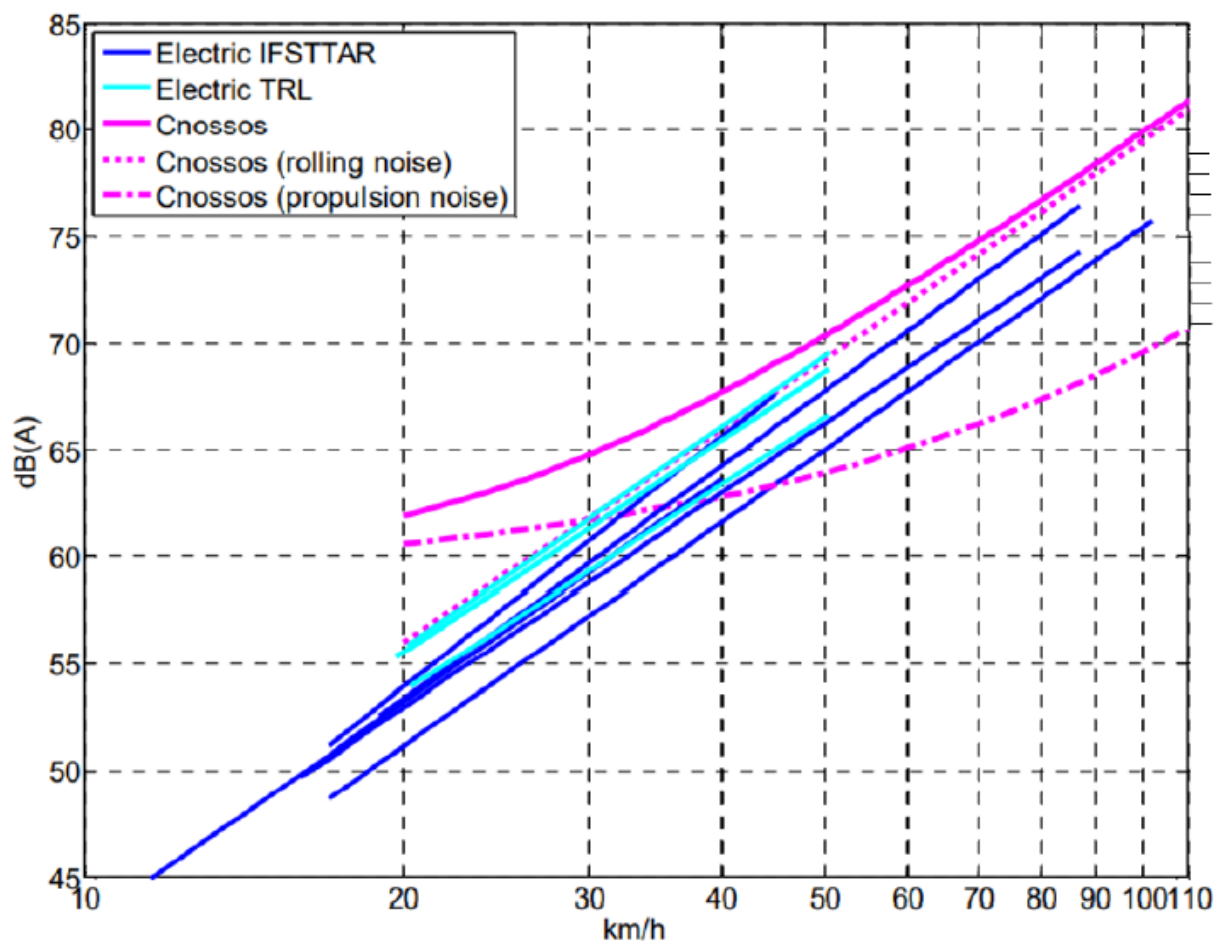


Figura 3: Comparação dos dados de emissão sonora de veículos elétricos e da base de dados CNOSSOS.

Os dados IFSTTAR demonstram que, mesmo para 80 km/h, existem veículos elétricos que são quase 5 dB menos ruidosos do que os valores considerados na base de dados CNOSSOS (veículos de combustão) e, no mínimo, cerca de 2 dB menos ruidosos. Para menores velocidades, e como expetável (maior influência do ruído do motor e menor influência do ruído da interação pneu pavimento) as diferenças são até superiores.

Assim, é expetável que as emissões sonoras futuras sejam inferiores às resultantes da utilização dos dados de base do método CNOSSOS e patentes nos Mapas de Ruído desenvolvidos no presente Estudo.

Assim, e dada a previsão neste PU de dinamização do transporte público, de forma a procurar reduzir o procura de veículos individuais no futuro, considera-se adequado assumir, numa perspetiva de segurança, para a Situação Futura, que o tráfego rodoviário se manterá igual ao da situação atual, acrescentando apenas a localização das novas vias previstas e o tráfego expetável associado. De notar que é expetável que o incentivo ao transporte público e a criação de novas vias, consideradas no Mapa de Ruído da Situação Futura devam tirar, na realidade, tráfego das vias atuais, razão pela qual se considera segura a manutenção de tráfego, nas vias existentes, igual ao da Situação Atual na Situação Futura.

Para o tráfego ferroviário, aéreo e as indústrias, foi igualmente considerada, para a Situação Futura, a manutenção da emissão sonora da Situação Atual.

No Quadro 4 apresentam-se os dados de tráfego considerados para a Situação Fura para as novas vias previstas.

Quadro 4: Dados de tráfego rodoviário da Situação Futura para as novas vias

Ref.	Desig.	Tráfego Médio Horário (TMH)						Velocidade [km/h]		Tipo de Pavimento
		Diurno (7h-20h)		Entardecer (20h-23h)		Noturno /23h-7h)				
		Total	%P	Total	%P	Total	%P	Lig.	Pes.	
RvA	-	200	3.2	91	2.4	25	8.3	50	50	CNS01
RvB	-	300	2.5	98	2.5	33	1.5	50	50	CNS01
RvC	-	30	2.5	98	2.5	33	1.5	50	50	CNS01
RvD	-	700	4.6	229	2.6	77	7.1	50	50	CNS01
RvE	-	500	3.4	227	2.6	63	8.7	50	50	CNS01
RvF	-	500	12	189	12	60	12	90	80	CNS01
RvG	-	250	12	94	12	30	12	50	50	CNS01

6 Classificação Acústica

Face ao tipo de área marcadamente urbana, não só com habitações, mas também com comércio e serviços e aos constrangimentos da própria definição de Zona Sensível (alínea x) do Artigo 3.º do DL 9/2007):

“a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso 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”.

afigura-se adequado considerar que todos os Recetores Sensíveis [alínea q) do Artigo 3.º do DL 9/2007: “o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana”] existentes e previstos na área do Pu de Évora, sejam classificados como Zona Mista.

Assim, será necessário garantir que os níveis sonoros de Ruído Ambiente a que esses Recetores Sensíveis estão expostos cumpre:

- $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

Recomenda-se que o Regulamento do PUÉ tenha um articulado semelhante ao seguinte:

- Para efeitos de aplicação do Regulamento Geral do Ruído estabelece o PUÉ que:
 - Todo o solo classificado como urbano é considerado “zona urbana consolidada”;
 - Face ao objetivo urbanístico de uma equilibrada mistura funcional, nenhuma área é classificada como “zona sensível”, sendo o solo urbano, com a exceção dos espaços de atividades económicas, classificado como “zona mista”.
 - No solo rústico, as áreas de edificação dispersa são classificadas como “zona mista” e também os recetores acústicos isolados a tal são equiparados.

- A classificação como “zona mista” abrange apenas os recetores (habitações, escolas, hospitais e similares) e não as fontes de ruído, nomeadamente os eixos viários a que se reportam.

7 Mapa de conflitos e recomendações associadas

Nos Desenhos D, em anexo, apresenta-se o Mapa de Conflitos, para a Situação Futura, para uma classificação total do território como Zona Mista,

Verifica-se que na imediata envolvente das principais fontes de ruído, existentes e previstas, existe previsão de incumprimento dos limites de Zona Mista:

- $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

Tendo em conta a perspetiva de segurança dos Mapas de Ruído desenvolvidos, face à disponibilidade no método de cálculo oficial apenas de veículos rodoviários de combustão, e à dificuldade de previsão geral da afetação da estratégia futura de incentivo ao uso de transporte coletivo em detrimento do transporte individual, tendo-se mantido no futuro, nas vias existentes, o mesmo tráfego da situação atual, considera-se ser necessário prudência na consideração das medidas e análise a seguir indicadas, tendo em conta as previsões, consideradas seguras, efetuadas, devendo, sempre que possível, existir aferição, através de medições, da efetiva exposição sonora futura ao longo do desenvolvimento do Plano.

Considera-se ser de destacar:

- Aeródromo de Évora. Todos os desenvolvimentos futuros do Aeródromo deverão contemplar a devida análise da exposição ao ruído da população envolvente, na forma de mapa de ruído ou métodos previsionais similares adequados, justificados e fundamentados, e, se necessário, englobar definição de medidas para que não ocorra ultrapassagem dos limites acústicos legais de Zona Mista na população envolvente. A informação disponível aponta para uma exposição ao ruído com algum significado, que necessita de especial cuidado de gestão e análise.
- Novas vias rodoviárias: Todas as novas vias, caso gerem efetivamente o tráfego considerado neste Estudo na Situação Futura, poderão fazer ultrapassar os limites acústicos legais de Zona Mista na sua imediata envolvente, pelo que necessitaram de possuir um devido

estudo de ruído direcionado, com dados de base tão rigorosos quanto possível e com a devida definição de medidas, para que exista um efetivo cumprimento dos limites de Zona Mista nos Recetores Sensíveis envolventes.

- Vias rodoviárias existentes:
 - Os principais fatores com maior influência na emissão sonora rodoviária são:
 - Tráfego: Os níveis sonoros variam sensivelmente com $10\log(n_2/n_1)$, sendo n a quantidade de tráfego. Se uma nova via prevista, ou outro fator, devidamente justificado, conduzam a um novo tráfego futuro n_2 , diferente do tráfego n_1 considerado neste estudo, será expetável uma variação de níveis sonoros nos Recetores envolventes de $10\log(n_2/n_1)$. Por exemplo, se $n_2=0,5n_1$, então é expetável uma redução de 3 dB nos níveis sonoros.
 - Velocidade: Uma variação de 90 km/h para 50 km/h, significa uma redução de cerca de 5 dB nos níveis sonoros. Uma variação de 50 km/h para 30 km/h, significa uma redução de cerca de 3 dB nos níveis sonoros.
 - Exemplos de vias com velocidade de 90 km/h: EN114-1, M257, ER114-4, EN380.
 - Exemplo de vias urbanas com 50 km/h: EN18-1, CM1094, EN114-1, IP2, EN18-2, Circular de Évora, M257, EN380, EN254-1, CM1088.
 - Pavimento: os pavimentos mais ruidosos (tipo calçada, ou pavimento betuminoso desgastado e irregular; assume-se que todos os pavimento são devidamente mantidos) podem produzir 3 a 6 dB mais ruído do que um pavimento betuminoso normal. Os pavimentos menos ruidosos tecnológicos, tipo pavimentos drenantes ou de aglomerados de borracha (ver <https://www.cedr.eu/download/Publications/2017/CEDR-TR2017-01-noise-reducing-pavements.pdf>) podem produzir até cerca de 3 a 6 dB menos

ruido, dependendo da velocidade, do que um pavimento betuminoso normal.

Pese embora a necessidade de desenvolvimento de um Plano Municipal de Redução de Ruído, desde já se indicam as seguintes medidas genéricas:

- Equacionar reduzir a velocidade de circulação de 50 km/h para 30 km/h nas zonas urbanas com maior previsão de incumprimento.
- Equacionar substituir o pavimento existente por um pavimento menos ruidoso, nas zonas de previsão de maior incumprimento.
- Proibição de circulação de veículos mais ruidosos (mais antigos, mais pesados ou de tração a combustão) e permissão de circulação de veículos menos ruidosos (mais recentes, mais leves ou de tração elétrica): sendo, para 50 km/h, os veículos pesados de dois eixos, a combustão, cerca de 5 dB mais ruidosos do que os veículos ligeiros a combustão, os quais por sua vez podem ser 5 dB mais ruidosos do que os veículos elétricos, poderá ser possível a conjugação de restrições, nos caso viáveis, para atingir uma atenuação de 5 dB.

Deverá a Câmara Municipal equacionar classificar, pelo menos algumas dessas áreas, como “Zona Urbana Consolidada”, de forma a ser possível a aplicação das exceções de interdição de implantação de Recetores Sensíveis previstas no n.º 7 do Artigo 12.º do DL 9/2007, enquanto não for possível regularizar esses níveis sonoros (ver capítulo “7 Conclusões e recomendações”).

1. A definição de “Zona Urbana Consolidada”, constante na alínea z) do Artigo 3.º (Definições) do DL 9/2007 é a seguinte: *“a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação”*. Assim, para novos edifícios em zonas onde se prevê níveis sonoros acima dos limites de Zona Mista indica-se:
 - a. Recomendação/permissão de implantação de compartimentos “não sensíveis” (sem exigências de isolamento sonoro de fachada no DL 96/2008) ou não associados a Recetores Sensíveis (instalações sanitárias, escritórios, comércio, etc.) em locais mais ruidosos.

-
- b. Recomendação/permissão de implantação de compartimentos "sensíveis" associados a escolas, hospitais e similares (salas de aula, gabinetes médicos, etc.; ver compartimentos definidos no DL 96/2008, associados a escolas ou hospitais, com exigências de isolamento sonoro de fachada) ou associados a habitações (quartos e salas de estar; ver compartimentos de habitação definidos no DL 96/2008 com exigências de isolamento sonoro de fachada), apenas em zonas menos ruidosas e/ou estabelecer maiores exigências de isolamento sonoro de fachada em conformidade com o n.º 7 do Artigo 12.º do DL 9/2007.

Recomenda-se assim a existência de uma Planta de Condicionamentos, ou similar, com a indicação das áreas, com recetores sensíveis próximos, previsivelmente em incumprimento, e constando um articulado, no regulamento, semelhante ao seguinte:

- Nas áreas, centradas nos eixos viários onde se prevê incumprimento, os níveis sonoros devem ser monitorizados ao longo da concretização do plano e:
 - Deve ser ponderada a adoção de medidas que minimizem o ruído, nomeadamente a introdução de limites de velocidade e/ou a alteração de pavimento.
 - O projeto acústico dos novos edifícios deve prever melhores isolamentos de fachada e não deve ser permitida a implantação de recetores especialmente sensíveis (escolas, hospitais ou similares).

Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia prático para medições de ruído ambiente*. 2020.
- Agência Portuguesa do Ambiente- *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído: Métodos CNOSSOS-EU*. 2022.
- Diário da República Portuguesa – Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março.
- Diário da República Portuguesa - Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de agosto.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 84-A/2022, de 9 de setembro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
- Diário da República Portuguesa –Portaria n.º 42/2023, de 9 de fevereiro.
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) – *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. Version 2*. 2007.
- European Environment Agency – *Quiet areas in Europe*. 2016.
- <http://www.datakustik.com/en/products/cadnaa>
- Jornal Oficial da União Europeia, L212, 28-08-2003 – Recomendação da Comissão 2003/613/CE de 6 de Agosto de 2003.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L168, 01-07-2015 – Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão de 19 de maio de 2015.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L189, 18-07-2002 – Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002.

-
- NP 1996-1 – *Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*. 2021.
 - NP 1996-2 – *Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*. 2021.
 - Rosão, Vitor – *Alterações introduzidas pela Diretiva (UE) 2015/996 (métodos europeus harmonizados para previsão do ruído de tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústrias)*. Coimbra, Palestra convidada no 2.º Simpósio de Acústica e Vibrações, 2019.
 - Rosão, Vitor – *Desenvolvimento de Modelo de Avaliação do Impacte Ambiental Devido ao Ruído de Tráfego Rodoviário*. Lisboa: FCUL, 2002. Dissertação de Mestrado em Engenharia Física.
 - Rosão, Vitor – *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. UALG, 2012. Dissertação de Doutoramento em Ciências da Terra do Mar e Ambiente.
 - Rosão, Vitor; Antunes, Sónia - *Limitações e Opções Alternativas da Modelação na Componente Ruído*. Castelo Branco, CNAI, 2006.
 - Rosão, Vitor; et. al. – *Reflexão sobre a introdução das “Paisagens Sonoras” na Avaliação de Impacte e no Planeamento Urbano*. Évora, CNAI 2016.

APÊNDICES

A1. Fontes de Ruído Modeladas

A1. Mapa de Ruído – Situação Atual

A2. Mapa de Ruído – Situação Futura

A3. Mapa de Conflitos – Situação Futura

A1. FONTES DE RUÍDO MODELADAS

Desenho A1: Localização das Fontes de Ruído Modeladas na Situação Atual e dos Pontos de Medição *in situ* (1:75000)

Desenho A2: Localização das Fontes de Ruído Modeladas na Situação Futura e dos Pontos de Medição *in situ* (1:75000)

A1. MAPA DE RUÍDO – SITUAÇÃO ATUAL

Desenho B1: Mapa de Ruído da Situação Atual para o indicador L_{den} (média anual segura)

Desenho B2: Mapa de Ruído da Situação Atual para o indicador L_n (média anual segura)

A2. MAPA DE RUÍDO – SITUAÇÃO FUTURA

Desenho C1: Mapa de Ruído da Situação Futura para o indicador L_{den} (média anual segura)

Desenho C2: Mapa de Ruído da Situação Futura para o indicador L_n (média anual segura)

A3. MAPA DE CONFLITOS – SITUAÇÃO FUTURA

Desenho D1: Mapa de Conflitos da Situação Futura para o indicador L_{den} (média anual segura)

Desenho D2: Mapa de Conflitos da Situação Futura para o indicador L_n (média anual segura)