



MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A44/IC23 – COIMBRÕES (A44) /FREIXO SUL (IC23)

RESUMO NÃO TÉCNICO

Divisão Ambiente Exterior
Divisão Ambiente Exterior

RELATÓRIO: 2018-ADJ105-P005-MER-A44IC23RNT05V01-002-TIC.DOCX

CLIENTE: INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL (IP)

AUTORES DO RELATÓRIO: VITOR ROSÃO; NUNO GERVÁSIO E TELMA CORREIA

DATA: 2018-05-29

SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído

W.: www.schiu.com

Sector Consultoria; Divisão Ambiente Exterior

T.: +351 289 998 009

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

M.: +351 919 075 077

8005-466 Faro – Portugal

E: vitor.schiu@gmail.com

Autoria Técnica

O desenvolvimento do presente relatório é da responsabilidade da SCHIU – Engenharia de Vibração e Ruido.

O presente Estudo foi elaborado de acordo com a legislação aplicável em vigor e pretende dar cumprimento ao definido no Decreto-lei 146/2006, de 31 de julho, relativamente à elaboração de mapas estratégicos de ruído, e aos dados a enviar à Comissão Europeia.

Verificado e Aprovado por:



(Vitor Rosão)
(Diretor da SCHIU)

Índice

Autoria Técnica	2
1 Introdução.....	5
1.1 Identificação do Local em Estudo	6
2 Termos Técnicos	7
2.1. Valores Limite de Exposição	9
3 Metodologia.....	11
3.1. Calibração e Validação do modelo.....	13
4 Mapas de Ruído	14
5 Estimativa da população exposta	15
6 Conclusões	17
Bibliografia	18
Apêndices.....	20
A1. Mapas de Ruído L_{den}	21
A2. Mapas de Ruído L_n	22

Índice de Quadros

Quadro 1: Comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos	13
Quadro 2: Número estimado de pessoas (em centenas) residentes expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”	15
Quadro 3: Número estimado de pessoas (em centenas) residentes expostas a diferentes gamas de valores de L_n a 4m e na “fachada mais exposta”	15
Quadro 4: Área total (em km ²) e número estimado de habitações e de pessoas (em centenas) expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”	15
Quadro 5: Número estimado de alunos expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”	16
Quadro 6: Número estimado de doentes internados expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”	16

Índice de Figuras

Figura 1: Localização aproximada do traçado (<i>Google Maps</i>).....	6
Figura 2: Aspetto 3D da A44/IC23: Nó da Barosa – Barreiras acústicas existentes em zonas críticas (zonas habitacionais e zona de escolas, nomeadamente Escola Secundária de Fontes Pereira de Melo Escola Secundária Clara de Resende).....	12
Figura 3: Aspetto 3D da A44/IC23: Nó da Av. Da República com vista do Colégio de Gaia	12
Figura 4: Código de Cores dos Mapas de Ruído (APA)	14

Índice de Desenhos

Apêndice A1

Desenho A1: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 4+000 a pk 7+000; Página 1 de 2)
Desenho A2: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 5+300 a pk 8+800; Página 2 de 2)

Apêndice A2

Desenho B1: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 4+000 a pk 7+000; Página 1 de 2)
Desenho B2: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 5+300 a pk 8+800; Página 2 de 2)

1 Introdução

O ruído é uma das principais causas de incomodidade das populações das sociedades tecnologicamente mais desenvolvidas, podendo ser causador de várias perturbações fisiológicas, tais como hipertensão arterial, perturbações do sono e da capacidade de concentração, dificuldades na audição, permanente ou temporária, ou ainda provocar perturbações psicológicas associadas a situações de *stress* e cansaço.

A Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho (revisto pela Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de Agosto), relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, tem como objetivo prevenir e reduzir os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente e veio estabelecer a obrigatoriedade de efetuar a recolha de dados acústicos nos vários Estados membros e de elaborar relatórios sobre o ambiente acústico ao nível comunitário de forma a criar uma base para a definição de uma futura política comunitária neste domínio e a garantir uma informação mais ampla ao público.

O presente estudo refere-se à elaboração do Mapa Estratégico de Ruído (MER) do Lanço A44/IC23 – Coimbrões (IC23) / Freixo Sul (A44), e tem como objetivo fornecer informação sobre os níveis sonoros existentes e sobre a quantidade de pessoas expostas a diferentes classes de ruído.

1.1 Identificação do Local em Estudo

O traçado em apreço tem uma extensão aproximada de 4.9 km, e encontra-se localizado de forma aproximada na imagem seguinte do *Google Maps*.

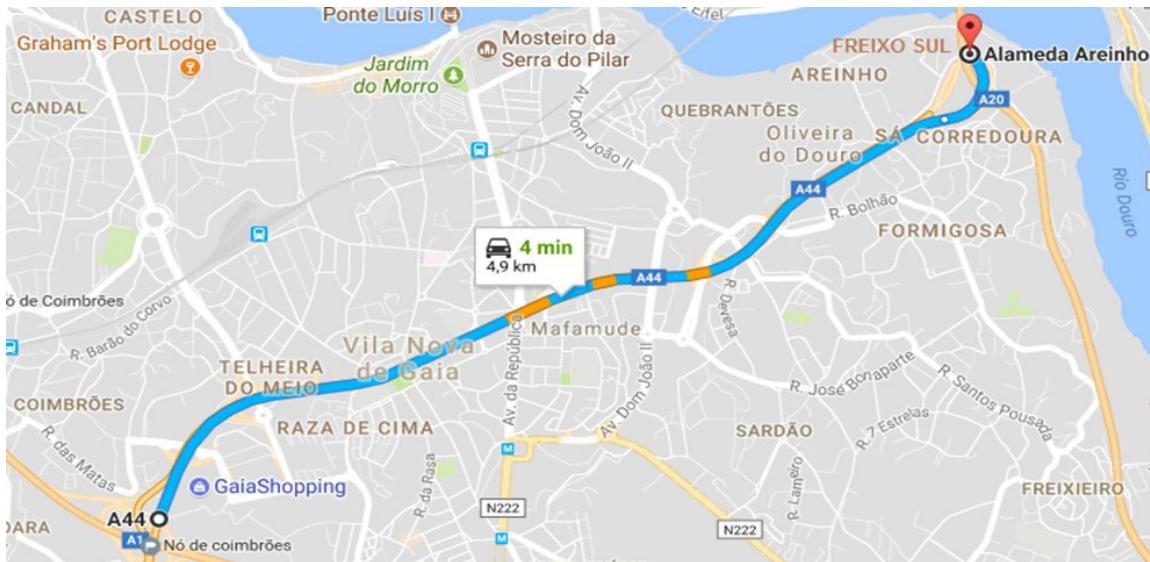


Figura 1: Localização aproximada do traçado (*Google Maps*)

O concelho do Porto possui Classificação Acústica (Zonas Sensíveis e Mistas).

2 Termos Técnicos

O mapa de ruído é uma representação geográfica dos níveis de exposição a ruído ambiente exterior, reportados a uma altura de 4 m acima do solo e é elaborado para os indicadores L_{den} e L_n . Nele visualizam-se as zonas às quais correspondem determinadas classes de valores expressos em dB(A), reporta-se a uma situação existente ou prevista, e apenas contempla o ruído emitido por uma ou mais fontes sonoras modeladas. De acordo com a Diretiva e face aos modelos de simulação acústica existentes, apenas são modeladas as seguintes atividades humanas: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, tráfego aéreo e indústrias.

Em seguida transcrevem-se algumas definições constantes no Decreto-Lei n.º 146/2006 ou no Decreto-Lei n.º 9/2007, pertinentes para o estudo em apreço:

«Fonte de ruído» a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;

«Grande infraestrutura 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;

«Indicador de ruído» o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;

«Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den})» o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incômodo global, dado pela expressão:

«Indicador de ruído diurno (L_d) ou (L_{day})» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

«Indicador de ruído do entardecer (Le) ou (Levening)» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

«Indicador de ruído noturno (Ln) ou (Lnigh)» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano;

«Mapa estratégico de ruído» um mapa para fins de avaliação global da exposição ao ruído ambiente exterior, em determinada zona, devido a várias fontes de ruído, ou para fins de estabelecimento de previsões globais para essa zona;

«Mapa de ruído» o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores Lden e Ln, traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);

«Período de referência» o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

- o Período diurno — das 7 às 20 horas;
- o Período do entardecer — das 20 às 23 horas;
- o Período noturno — das 23 às 7 horas;

«Planeamento acústico» o controlo do ruído futuro, através da adoção de medidas programadas, tais como o ordenamento do território, a engenharia de sistemas para a gestão do tráfego, o planeamento da circulação e a redução do ruído por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo do ruído na fonte

«Planos de ação» os planos destinados a gerir o ruído no sentido de minimizar os problemas dele resultantes, nomeadamente pela redução do ruído;

«Ruído ambiente» um som externo indesejado ou prejudicial gerado por atividades humanas, incluindo o ruído produzido pela utilização de grandes infraestruturas de transporte

rodoviário, ferroviário e aéreo e instalações industriais, designadamente as definidas no anexo I do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto, com as alterações introduzidas pelos Decretos-Leis n.ºs 152/2002, de 23 de maio, 69/2003, de 10 de abril, 233/2004, de 14 de dezembro, e 130/2005, de 16 de agosto;

«Ruído particular» o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

«Valor limite» o valor de Lden ou de Ln que, caso seja excedido, dá origem à adoção de medidas de redução do ruído por parte das entidades competentes;

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

«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 noturno.

2.1. Valores Limite de Exposição

Na envolvente mais próxima (tipicamente menos de 100 metros) de uma Grande Infraestrutura de Transporte, como é o caso da A44/IC23, os limites acústicos legais nos Recetores Sensíveis (Zonas Mistas e Zonas Sensíveis) são:

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

Para Recetores Sensíveis mais afastados (tipicamente mais de 100 metros de distância à via), os limites acústicos legais nos Recetores Sensíveis são:

- Zonas Mistas:
 - $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.
- Zonas Sensíveis:
 - $L_{den} \leq 55 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 45 \text{ dB(A)}$.

3 Metodologia

Para elaboração dos Mapas de Ruído, foi utilizado o *software CadnaA*, desenvolvido pela Datakustik (www.datakustik.de), e que permite efetuar a análise individual dos níveis sonoros em recetores específicos, ou a análise global, mediante a produção de mapas de ruído 2 D e 3D.

Os mapas de ruído elaborados referem-se apenas ao ruído particular do A44/IC23, pelo que foi utilizado o método de cálculo recomendado pela Diretiva 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002, transposta para a Legislação Nacional pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho), relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, para o a modelação do Tráfego Rodoviário: NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU--LCPC-CSTB, norma francesa XPS 31-133:2001).

Foram utilizados os dados de tráfego e de via e a cartografia digital 3D do local disponíveis, e foi efetuado trabalho de campo com medições acústicas *in situ* e identificação de recetores sensíveis. As figuras seguintes ilustram alguns aspectos 3D do modelo acústico criado no *software CadnaA*.



Figura 2: Aspetto 3D da A44/IC23: Nô da Barosa – Barreiras acústicas existentes em zonas críticas (zonas habitacionais e zona de escolas, nomeadamente Escola Secundária de Fontes Pereira de Melo Escola Secundária Clara de Resende)

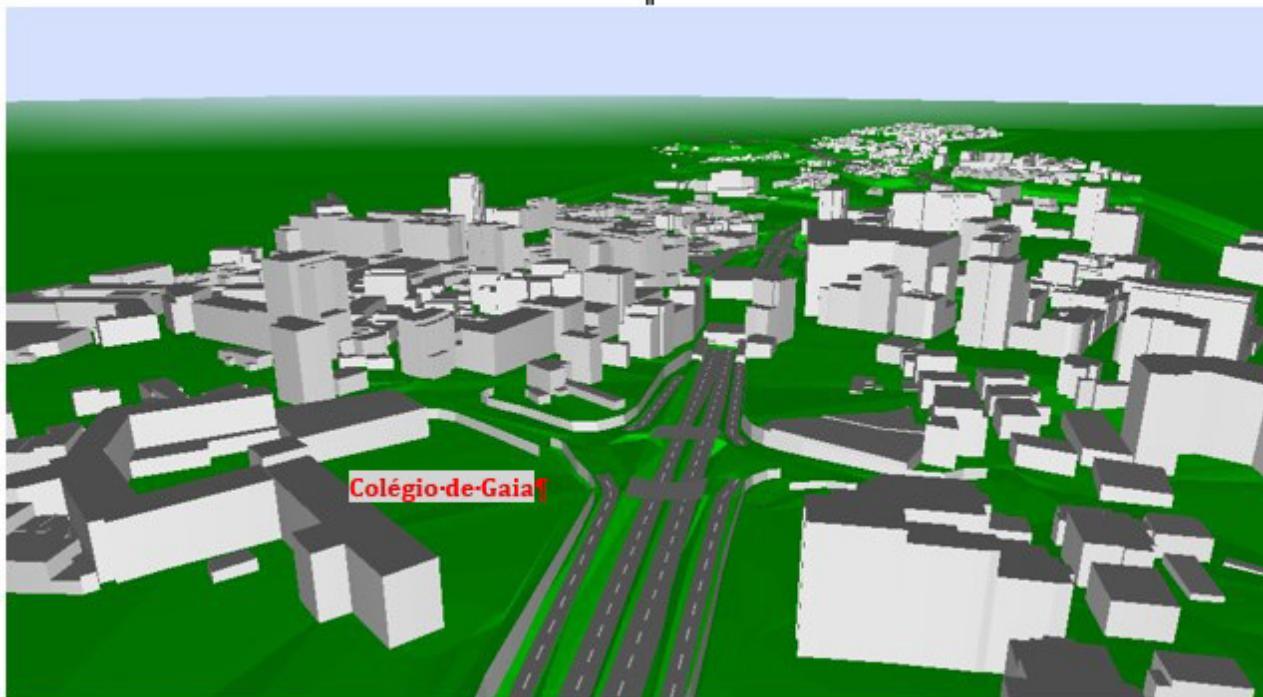


Figura 3: Aspetto 3D da A44/IC23: Nô da Av. Da República com vista do Colégio de Gaia

3.1. Calibração e Validação do modelo

Após a calibração do modelo, através da introdução dos dados de emissão sonora (dados de tráfego e de via) e da cartografia 3D do local, efetuou-se a sua validação por comparação entre os valores de Ruído Ambiente medidos *in situ* e os calculados pelo modelo.

Os resultados médios obtidos para os pontos encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1: Comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos

Ponto de medição	Resultados das medições in situ [dB(A)]				Resultados da Modelação [dB(A)]				Diferenças (Modelo - <i>in situ</i>)			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}	L_d	L_e	L_n	L_{den}	L_d	L_e	L_n	L_{den}
P1	60	61	53	62	59	59	51	60	-1	-2	-2	-2
P2	75	73	68	77	77	75	69	78	+2	-2	+1	+1
P3	61	60	58	65	62	60	56	64	+1	0	-2	-1
Desvio médio									1	-2	-2	-1

Relativamente ao desvio máximo de + 2 dB, ao desvio mínimo de -2 dB, e ao desvio médio máximo de -2 dB, os mesmos enquadram-se no intervalo de erro considerado admissível nas diretrizes MR-APA.

Face aos resultados obtidos considera-se estar validado o modelo acústico 3D que será usado para elaboração do Mapa de Estratégico Ruído da A44/IC23.

4 Mapas de Ruído

Como resultado do modelo de simulação 3D desenvolvido produziram-se, em acordo com o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, e as diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), os mapas de ruído para os indicadores L_{den} e L_n , que se apresentam no apêndice “A1 Mapas de Ruído L_{den} ” e “A2 Mapas de Ruído L_n ”.

Os mapas de ruído foram calculados a 4 metros acima do solo, estão apresentados sob a forma classes de níveis sonoros com intervalos de 5 dB(A) e possuem a escala de cores que se apresenta em seguida, correspondendo as cores recomendadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Classes do Indicador	Cor		RGB	Padrão de sombreado		Dim/Esp
$L_{den} \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão		255,0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim		196,20,37	linhas cruzadas, média densidade		0,5 / 4
$L_{den} > 70$	magenta		255,0,255	linhas cruzadas, alta densidade		0,5 / 2
$L_n \leq 45$	verde escuro		0,181,0	pontos grandes, alta densidade	●●●●●●●●	6 / 6
$45 < L_n \leq 50$	amarelo		255,255,69	linhas verticais, baixa densidade		0,5 / 8
$50 < L_n \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_n \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$L_n > 60$	vermelhão		255,0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8

Figura 4: Código de Cores dos Mapas de Ruído (APA)

5 Estimativa da população exposta

A estimativa da população exposta foi efetuada tendo por base as diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente e de acordo com o referido no Caso1B da Diretiva 2015/996 (determinação da população de cada edifício de acordo com o volume), e tendo por base a informação do Censos 2011.

Nos quadros seguintes apresentam-se os resultados obtidos.

Quadro 2: Número estimado de pessoas (em centenas) residentes expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”

Classe de níveis sonoros em dB(A), L_{den}	Nº estimado de pessoas (em centenas)
55 < L_{den} ≤ 60	22
60 < L_{den} ≤ 65	9
65 < L_{den} ≤ 70	4
70 < L_{den} ≤ 75	1
$L_{den} > 75$	0

Quadro 3: Número estimado de pessoas (em centenas) residentes expostas a diferentes gamas de valores de L_n a 4m e na “fachada mais exposta”

Classe de níveis sonoros em dB(A), L_n	Nº estimado de pessoas (em centenas)
45 < L_n ≤ 50	31
50 < L_n ≤ 55	11
55 < L_n ≤ 60	4
60 < L_n ≤ 65	1
65 < L_n ≤ 70	0
$L_n > 70$	0

Quadro 4: Área total (em km²) e número estimado de habitações e de pessoas (em centenas) expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”

	Área total (km ²)	Nº estimado de habitações/fogos	Nº estimado de pessoas (centenas)
$L_{den} > 75$	0.1	0	0
$L_{den} > 65$	0.4	216	5
$L_{den} > 55$	1.2	1597	36

Quadro 5: Número estimado de alunos expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”

Classe de níveis sonoros em dB(A), L_{den}	Nº estimado de alunos (não arredondado às centenas)	Nº estimado de alunos (arredondado às centenas)
55< $L_{den}\leq$ 60	2948	29
60< $L_{den}\leq$ 65	513	5
65< $L_{den}\leq$ 70	0	0
70< $L_{den}\leq$ 75	0	0
$L_{den}>75$	0	0

Quadro 6: Número estimado de doentes internados expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na “fachada mais exposta”

Classe de níveis sonoros em dB(A), L_{den}	Nº estimado de doentes (não arredondado às centenas)	Nº estimado de doentes (arredondado às centenas)
55< $L_{den}\leq$ 60	0	0
60< $L_{den}\leq$ 65	420	4
65< $L_{den}\leq$ 70	0	0
70< $L_{den}\leq$ 75	0	0
$L_{den}>75$	0	0

* Considerou-se todas as camas do hospital ocupadas

6 Conclusões

O presente Estudo, elaborado por recurso às técnicas mais eficazes atualmente disponíveis, resultou na concretização do Mapa Estratégico de Ruído da A44/IC23 – Nó de Coimbrões/Nó de Freixo Sul.

Dos resultados obtidos verifica-se que a maior parte das habitações está exposta a níveis sonoros de L_{den} inferiores a 65 dB(A) e de L_n inferiores a 55 dB(A), que cumprem com os valores limite definidos no artigo 11º do RGR para receptores sensíveis localizados próximo de uma Grande Infraestrutura de Transporte. Apenas se prospesta incumprimento nos receptores que se localizam na imediata envolvente do traçado, sem no entanto se prospestar que se verifique a exposição de pessoas a níveis superiores a 75 dB(A) para L_{den} e 70 dB(A) para L_n .

Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia prático para medições de ruído ambiente*. 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- CERTU; et. al. – *Bruit de Infrastructures Routières: Méthode de Calculs Incluant Les Effets Météorologiques*. [s.l.]: ed. A., ISBN 2-11-089201-3, 1997.
- 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 146/2006, de 31 de Julho.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro.
- Dowling, A.P.; Williams, J. E. Ffowcs – *Sound and Sources of Sound*. New York: Ellis Horwood Limited, ISBN 0-85312-527-9, 1983.
- European Commission – Research Directorate-General – *Research for a Quieter Europe 2020*. 2007.
- 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.
- Instituto do Ambiente – *Projecto-piloto de Demonstração de Mapas de Ruído - Escalas Municipal e Urbana*. 2004.
- 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.
- Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie; Ministère des Transports; CETUR – *Guide du Bruit des Transports Terrestres: Prèvision des Niveaux Sonores*. [s.l.]: ed. A., 1980.
- NP 1996-1 – *Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*. 2011.
- NP 1996-2 – *Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*. 2011.
- Pierce, Allan D. – *Acoustics, An Introduction to Its Physical Principles and Applications*. 3^a ed. [s.l.]: Acoustical Society of America, ISBN 0-88318-612-8, 1994.
- Rosão, Vitor – *Desenvolvimento de Modelo de Avaliação do Impacte Ambiental Devido ao Ruído de Tráfego Rodoviário*. Lisboa: F.C.U.L., 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; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *Em Busca dos Melhores Limites de Ruído Ambiente*. Coimbra, Acústica 2008.
- XP S 31-133 – *Acoustique - Bruit des infrastructures de transports terrestres - calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques*. 2001.

APÊNDICES

A1. Mapas de Ruído L_{den}

A2. Mapas de Ruído L_n