Divisão Ambiente Exterior

MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC1 – COIMBRÕES (A1)/ARRÁBIDA (IC1)

RESUMO NÃO TÉCNICO

DivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorD

RELATÓRIO: 2018-ADJ105-P003-MER-A1IC1RNT02V01-003-VCR.DOCX

CLIENTE: INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL (IP)

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

DATA: 2018-05-28

SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído
Sector Consultoria; Divisão Ambiente Exterior
Avenida Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi
8005-466 Faro – Portugal

W.: www.schiu.com
T.: +351 289 998 009
M.: +351 919 075 077
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 Carlos Tadeia Rosão

(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 12
4. Mapas de Ruído 13
5. Estimativa da população exposta 14
6 Conclusões 16
Bibliografia 17
Apêndices 19
A1. Mapas de Ruído L_{den} 20
A2. Mapas de Ruído L_n 21

Índice de Quadros

Quadro 1: Comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos 12
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" 14
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" 14
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" 14

Quadro 5: Número estimado de alunos expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta" 15
Quadro 6: Número estimado de doentes internados expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta" 15

Índice de Figuras

Figura 1: Localização aproximada do traçado (*Google Maps*)..... 6
Figura 2: Aspeto 3D da A1/IC1: Barreiras acústicas existentes em zonas críticas (Hospital da Arrábida, Colégio Cedros e Escola do 1ºciclodo Ensino Básico de Quinta de Chãs) 11
Figura 3: Código de Cores dos Mapas de Ruído (APA) 13

Índice de Desenhos

Apêndice A1

Desenho A1: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 0+000 a pk 3+500; Página 1 de 3)
Desenho A2: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 1+000 a pk 5+500; Página 2 de 3)

Apêndice A2

Desenho B1: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 0+000 a pk 3+500; Página 1 de 3)
Desenho B2: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 1+000 a pk 5+500; Página 2 de 3)

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 A1/IC1 – Coimbrões (A1)/Arrábida (IC1), 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 4.2 km, e encontra-se localizado de forma aproximada na imagem seguinte do *Google Maps*.

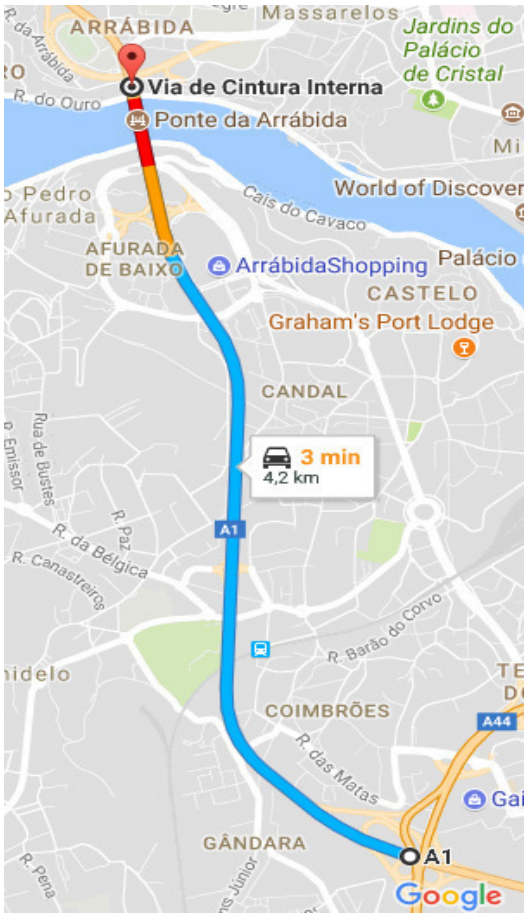


Figura 1: Localização aproximada do traçado (*Google Maps*)

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 (Lden)» o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

«Indicador de ruído diurno (Ld) ou (Lday)» 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 (Lnight)» 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:

- Período diurno — das 7 às 20 horas;
- Período do entardecer — das 20 às 23 horas;
- 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 A1/IC1, os limites acústicos legais nos Recetores Sensíveis (Zonas Mistas e Zonas Sensíveis) são:

- **L_{den} ≤ 65 dB(A) e L_n ≤ 55 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} ≤ 65 dB(A) e L_n ≤ 55 dB(A).**
- Zonas Sensíveis:
    - **L_{den} ≤ 55 dB(A) e L_n ≤ 45 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 A1/IC1, 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. A figura seguinte ilustra alguns aspetos 3D do modelo acústico criado no *software* CadnaA.

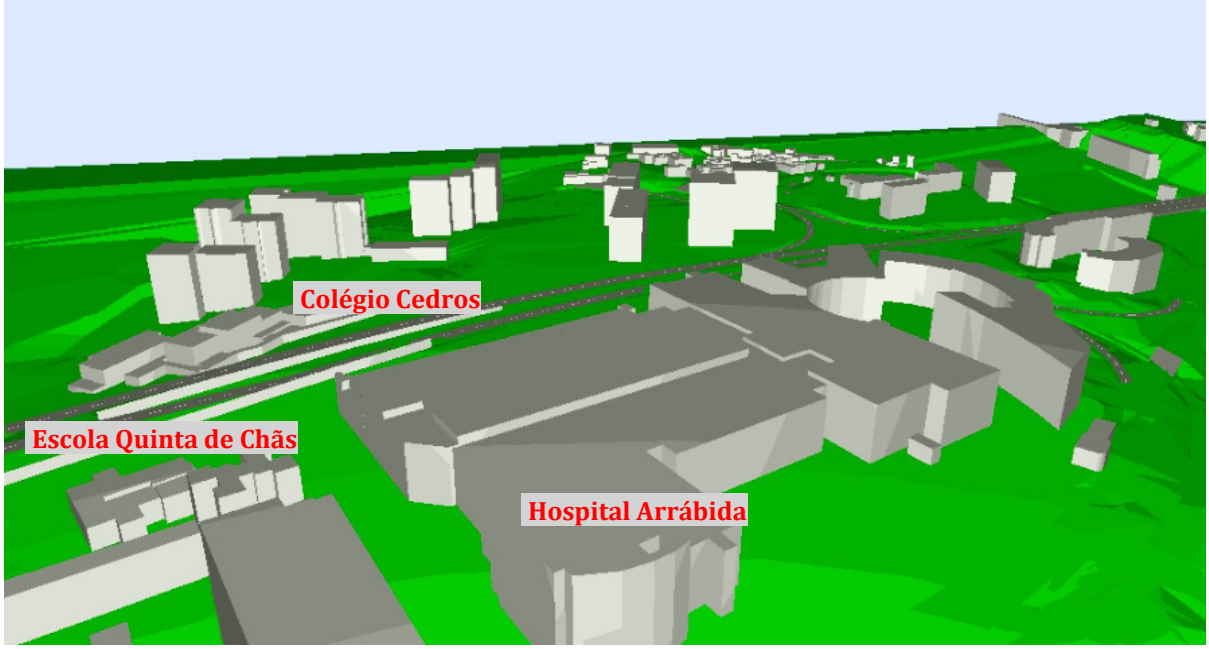


Figura 2: Aspeto 3D da A1/IC1: Barreiras acústicas existentes em zonas críticas (Hospital da Arrábida, Colégio Cedros e Escola do 1ºciclodo Ensino Básico de Quinta de Chãs)

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 - in situ)			
	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden
P1	72	70	66	74	73	72	68	76	+1	+2	+2	+2
P2	77	76	71	79	79	77	73	81	+2	+1	+2	+2
P3	79	77	74	82	79	78	73	81	0	+1	-1	-1
P4	68	68	65	72	71	70	65	73	+2	+2	0	+1
Desvio médio									2	2	1	2

Relativamente ao desvio máximo de + 2 dB, ao desvio mínimo de -1 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 A1/IC1.

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 às 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 3: 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)
$55<L_{den}\leq60$	53
$60<L_{den}\leq65$	31
$65<L_{den}\leq70$	18
$70<L_{den}\leq75$	7
$L_{den}>75$	2

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)
$45<L_n\leq50$	57
$50<L_n\leq55$	45
$55<L_n\leq60$	24
$60<L_n\leq65$	10
$65<L_n\leq70$	5
$L_n>70$	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 (km²)	Nº estimado de habitações/fogos	Nº estimado de pessoas (centenas)
$L_{den}>75$	0.3	104	2
$L_{den}>65$	1.0	1244	27
$L_{den}>55$	2.3	5023	111

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)
$55<L_{den}\leq60$	273	3
$60<L_{den}\leq65$	275	3
$65<L_{den}\leq70$	2761	28
$70<L_{den}\leq75$	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)
$55<L_{den}\leq60$	0	0
$60<L_{den}\leq65$	0	0
$65<L_{den}\leq70$	0	0
$70<L_{den}\leq75$	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 A1/IC1 – Nó de Coimbrões/Nó da Arrábida.

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 recetores sensíveis localizados próximo de uma Grande Infraestrutura de Transporte. Apenas se prospetiva incumprimento nos recetores que se localizam na imediata envolvente do traçado, sem no entanto se prospetivar que se verifique a exposição de pessoas a níveis superiores a 70 dB(A) para L_n, mas com cerca de 2 centenas de pessoas expostas a níveis superiores a 75 dB(A) para L_{den}, o que deverá corresponder a uma prioridade no plano de ação.

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 Routiéres: 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 It's Physical Principles and Applications*. 3ª 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

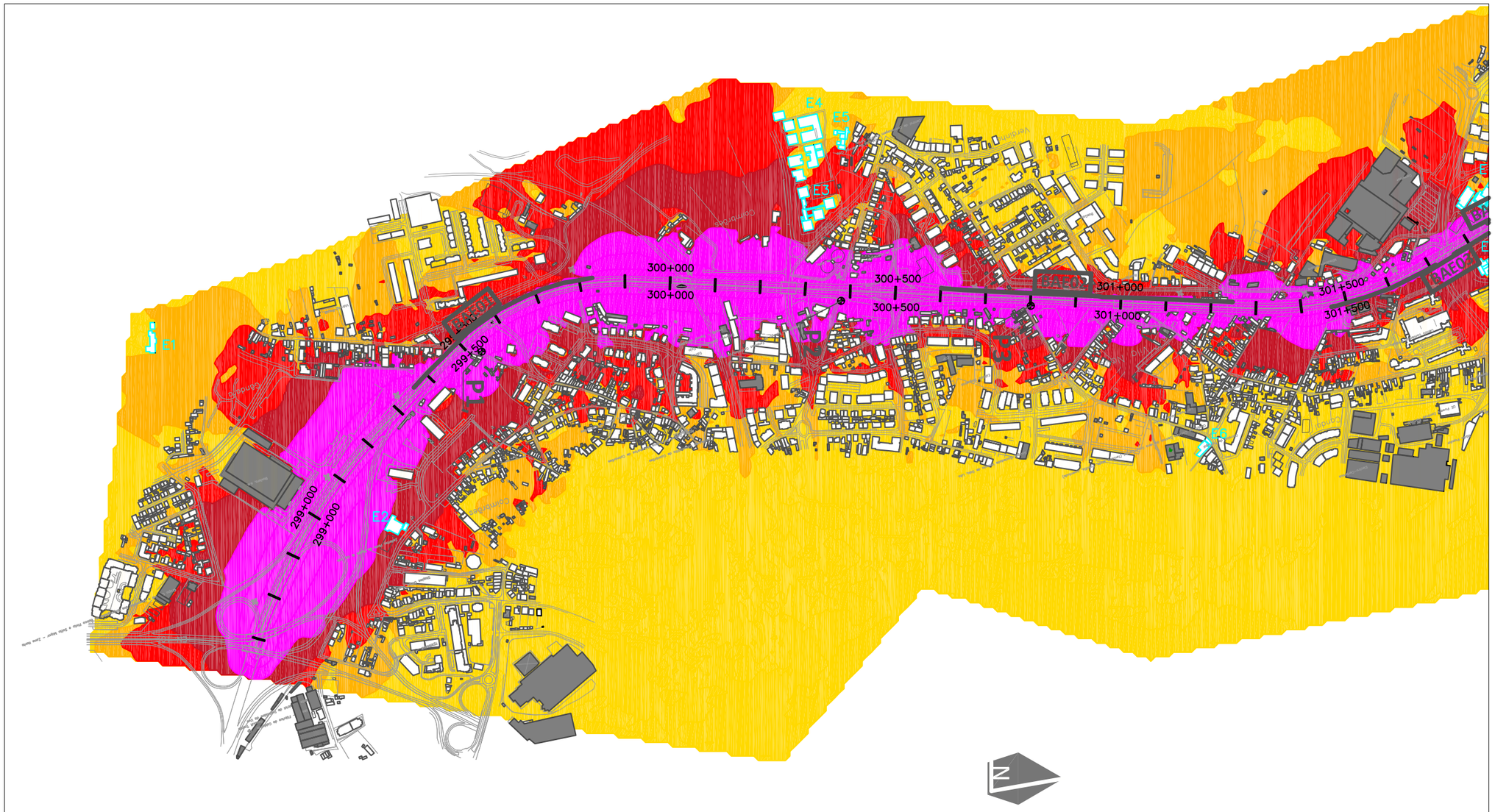
A1. Mapas de Ruído L_{den}

A2. Mapas de Ruído L_n

A1. MAPAS DE RUÍDO L_{DEN}

Desenho A1: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 0+000 a pk 3+500; Página 1 de 3)

Desenho A2: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 1+000 a pk 5+500; Página 2 de 3)



E1: Infantário Casa do Povo da Madalena (Zona Sensível)
E2: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico da Rua das Matas
E3: Escola do Ensino Básico 2,3 do Canidelo
E4: Escola Secundária de Inês de Castro
E5: Escola Ensino Básico do Meiral
E6: Colégio Creche Nossa Senhora da Bonança
E7: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico de Quinta das Chãs
E8: Colégio Cedros
E9: Escola Básica da Afurada de Cima

H1: Hospital da Arrábida

LEGENDA:

BAE — Barreira Acústica existente

Ponto de Medição *In Situ*

Habitações

Escolas (E), Hospitais (H) e Outros (O)

Não sensível ao ruído

Ano de Resultados: 2016

Método de Cálculo: Rodovias: NMPB'96

Altura de Cálculo: 4 metros

Código de Cores (APA):

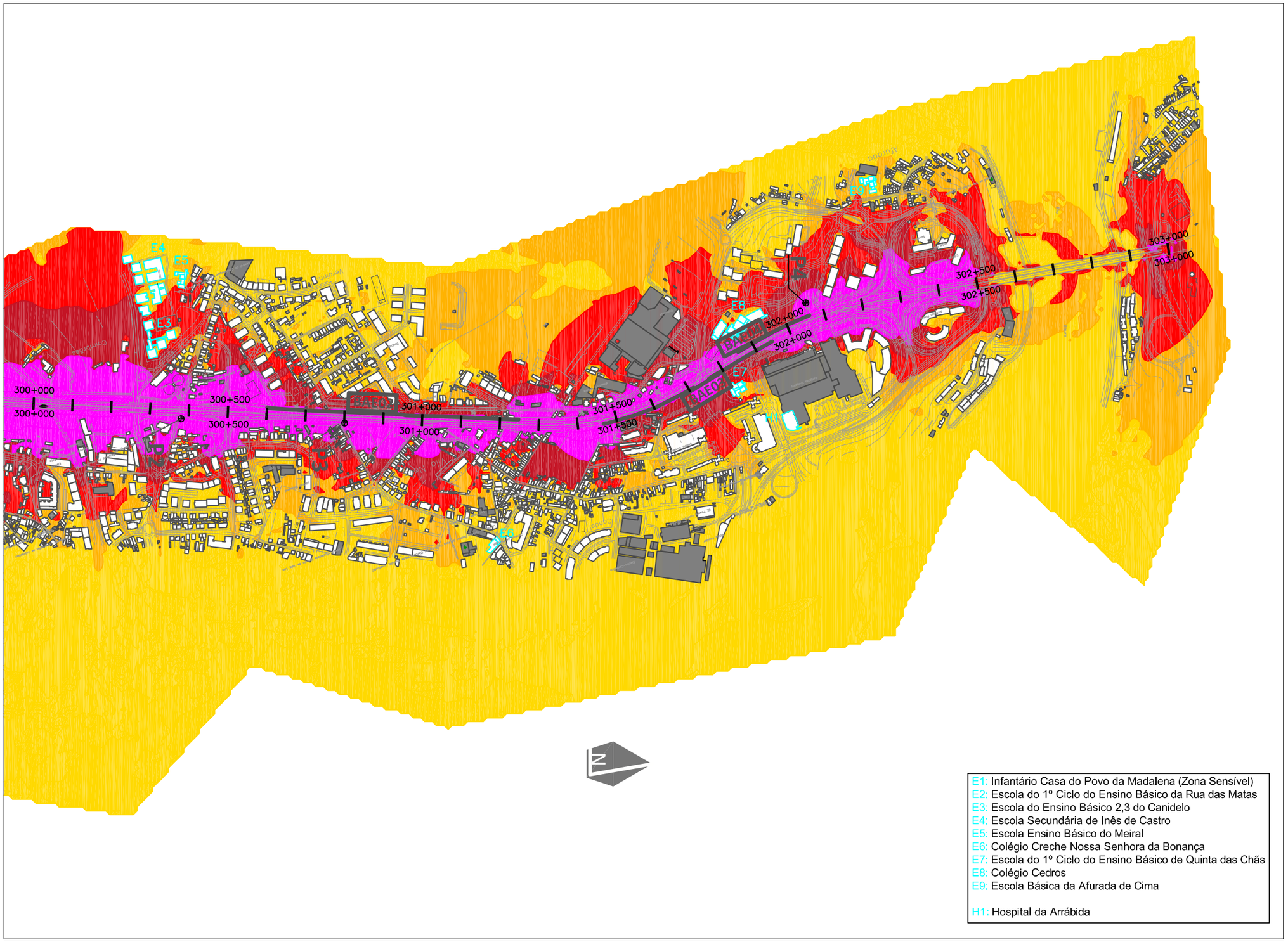
- Lden ≤ 55
- 55 < Lden ≤ 60
- 60 < Lden ≤ 65
- 65 < Lden ≤ 70
- Lden > 70

EM CÓPIAS DESTE DESENHO COM FORMATO DIFERENTE DO A3 ATENDER À ESCALA GRÁFICA

Infraestruturas de Portugal

SCHIU
Eng. de Vibração e Ruído, Unip., Lda.
Divisão de Ambiente Exterior
Av. Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi, 8005-466 Faro
Tlf. 289 998 009 Tm. 919 075 077 www.schiu.com

Fich. 2018-Adj105-A1IC1-DesA1V02-001-NRG.dwg	Elab. NRG	Escala numérica: H = 1:10 000	Titulo: MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC1 - COIMBRÕES (A1)/ARRÁBIDA (IC1)	Designação: MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR Lden pk 298+700 a pk 301+500	Des.: A1
Doc. 2018-Adj105-P003-MER-A1IC1-R02	Verif. VCR	Escala gráfica: 0 100 200 (m)			Data: abril 2018 / Folha: 1/2



LEGENDA:

- BAE — Barreira Acústica existente
- Ponto de Medição *In Situ*
- Habitações
- Escolas (E), Hospitais (H) e Outros (O)
- Não sensível ao ruído

Ano de Resultados: 2016
Método de Cálculo: Rodovias: NMPB'96
Altura de Cálculo: 4 metros

Código de Cores (APA):

- Lden ≤ 55
- 55 < Lden ≤ 60
- 60 < Lden ≤ 65
- 65 < Lden ≤ 70
- Lden > 70

EM CÓPIAS DESTE DESENHO COM FORMATO DIFERENTE DO A3 ATENDER À ESCALA GRÁFICA

Infraestruturas de Portugal

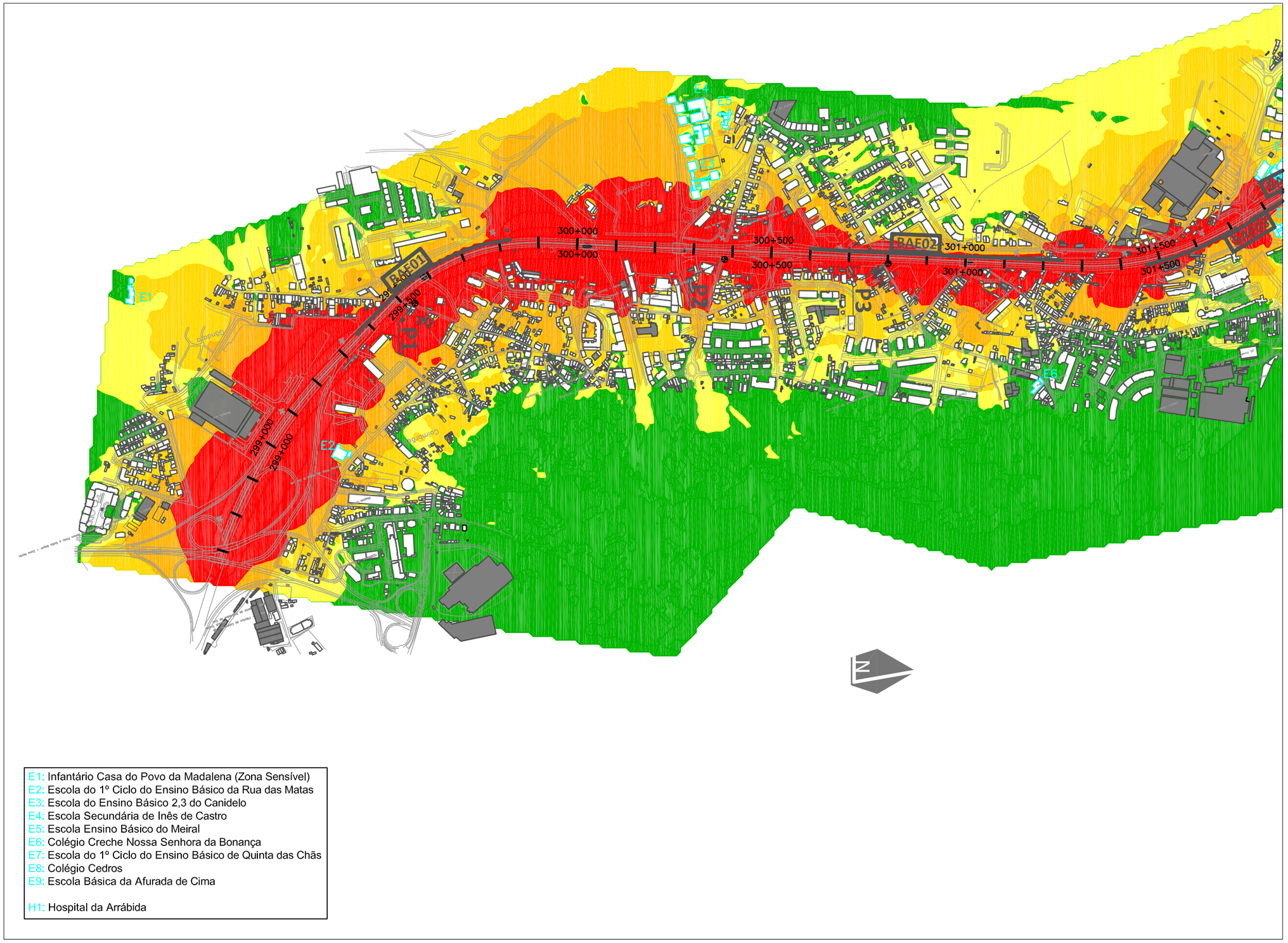
SCHIU
Eng. de Vibração e Ruído, Unip., Lda.
Divisão de Ambiente Exterior
Av. Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi, 8005-466 Faro
Tlf. 289 998 009 Tm. 919 075 077 www.schiu.com

Fich. 2018-Adj105-A1IC1-DesA2V02-001-NRG.dwg	Elab. NRG	Escala numérica: H = 1:10 000	Titulo: MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC1 - COIMBRÕES (A1)/ARRÁBIDA (IC1)	Designação: MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR Lden pk 300+000 a pk 303+000	Des.: A2
Doc. 2018-Adj105-P003-MER-A1IC1-R02	Verif. VCR	Escala gráfica: 0 100 200 (m)			Data: abril 2018 / Folha: 2/2

A2. MAPAS DE RUÍDO L_N

Desenho B1: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 0+000 a pk 3+500; Página 1 de 3)

Desenho B2: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 1+000 a pk 5+500; Página 2 de 3)



LEGENDA:

- BAE — Barreira Acústica existente
- Ponto de Medição *In Situ*
- Habitações
- Escolas (E), Hospitais (H) e Outros (O)
- Não sensível ao ruído

Ano de Resultados: 2016
Método de Cálculo: Rodovias: NMPB'96

Altura de Cálculo: 4 metros

Código de Cores (APA):

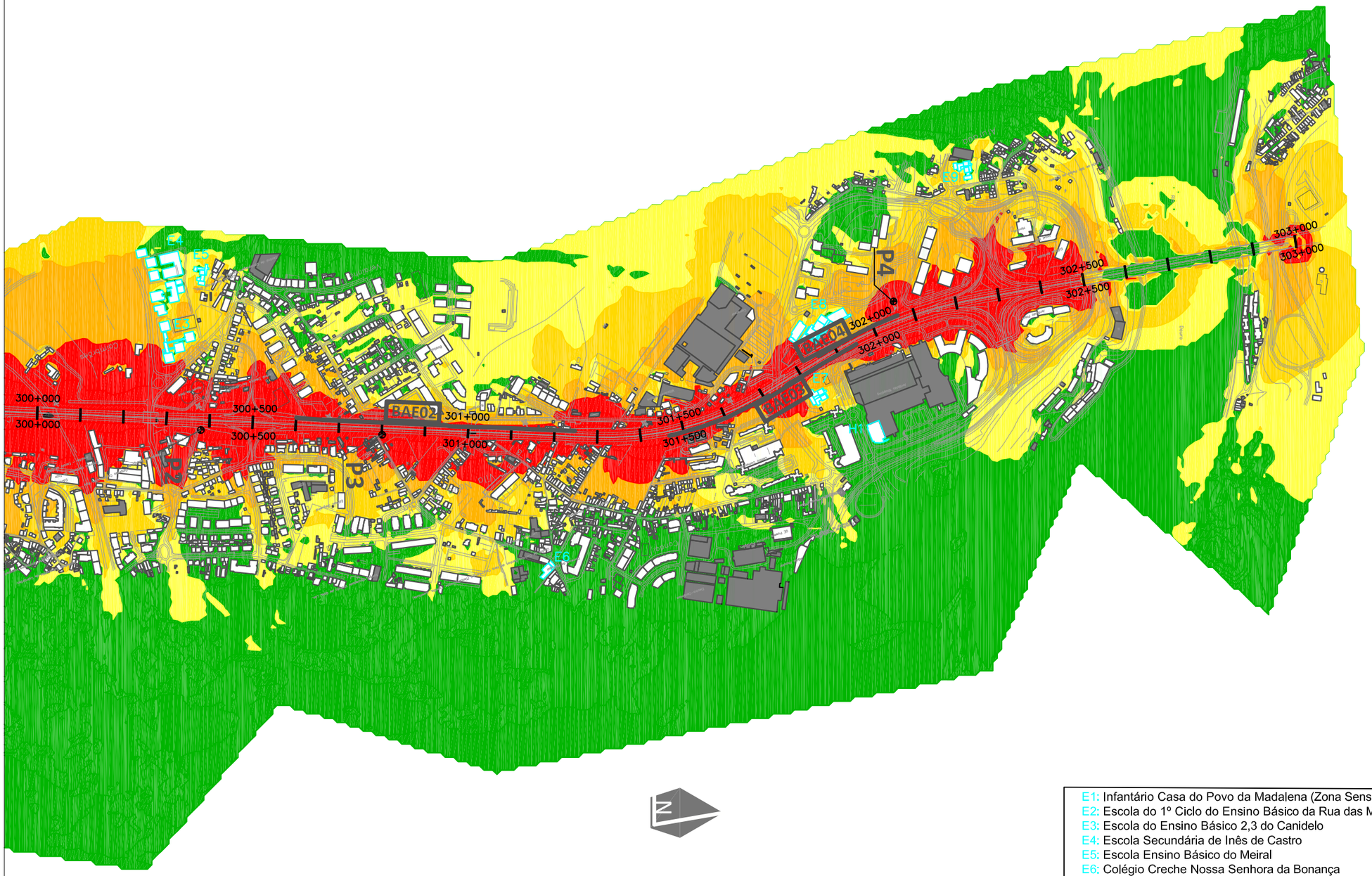
- Ln ≤ 45
- 45 < Ln ≤ 50
- 50 < Ln ≤ 55
- 55 < Ln ≤ 60
- Ln > 60

EM CÓPIAS DESTE DESENHO COM FORMATO DIFERENTE DO A3 ATENDER À ESCALA GRÁFICA

Infraestruturas de Portugal

SCHIU
Eng. de Vibração e Ruído, Unip., Lda.
Divisão de Ambiente Exterior
Av. Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi, 8005-466 Faro
Tlf. 289 998 009 Tm. 919 075 077 www.schiu.com

Fich. 2018-Adj105-A1IC1-DesB1V02-001-NRG.dwg	Elab. NRG	Escala numérica: H = 1:10 000	Titulo: MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC1 - COIMBRÕES (A1)/ARRÁBIDA (IC1)	Designação: MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR Ln pk 298+700 a pk 301+500	Des.: B1
Doc. 2018-Adj105-P003-MER-A1IC1-R02	Verif. VCR	Escala gráfica: 0 100 200 (m)			Data: abril 2018 / Folha: 1/2



E1: Infantário Casa do Povo da Madalena (Zona Sensível)
E2: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico da Rua das Matas
E3: Escola do Ensino Básico 2,3 do Canidelo
E4: Escola Secundária de Inês de Castro
E5: Escola Ensino Básico do Meiral
E6: Colégio Creche Nossa Senhora da Bonança
E7: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico de Quinta das Chãs
E8: Colégio Cedros
E9: Escola Básica da Afurada de Cima

H1: Hospital da Arrábida

LEGENDA:

BAE — Barreira Acústica existente

Ponto de Medição *In Situ*

Habitações

Escolas (E), Hospitais (H) e Outros (O)

Não sensível ao ruído

Ano de Resultados: 2016

Método de Cálculo: Rodovias: NMPB'96

Altura de Cálculo: 4 metros

Código de Cores (APA):

- Ln ≤ 45
- 45 < Ln ≤ 50
- 50 < Ln ≤ 55
- 55 < Ln ≤ 60
- Ln > 60

EM CÓPIAS DESTE DESENHO COM FORMATO DIFERENTE DO A3 ATENDER À ESCALA GRÁFICA

Infraestruturas de Portugal

SCHIU
Eng. de Vibração e Ruído, Unip., Lda.
Divisão de Ambiente Exterior
Av. Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi, 8005-466 Faro
Tlf. 289 998 009 Tm. 919 075 077 www.schiu.com

Fich. 2018-Adj105-A1IC1-DesB2V02-001-NRG.dwg	Elab. NRG	Escala numérica: H = 1:10 000	Titulo: MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC1 - COIMBRÕES (A1)/ARRÁBIDA (IC1)	Designação: MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR Ln pk 300+000 a pk 303+000	Des.: B2
Doc. 2018-Adj105-P003-MER-A1IC1-R02	Verif. VCR	Escala gráfica: 0 100 200 (m)			Data: abril 2018 / Folha: 2/2

Divisão Ambiente Exterior

MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC2 – SANTO OVÍDIO (IC2)/COIMBRÕES (A1)

RESUMO NÃO TÉCNICO

DivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorD

RELATÓRIO: 2018-ADJ105-P002-MER-A1IC2RNT04V02-002-TIC.DOCX

CLIENTE: INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL (IP)

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

DATA: 2018-06-06

SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído
Sector Consultoria; Divisão Ambiente Exterior
Avenida Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi
8005-466 Faro – Portugal

W.: www.schiu.com
T.: +351 289 998 009
M.: +351 919 075 077
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 Carlos Tadeia Rosão

(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 12
4. Mapas de Ruído 13
5. Estimativa da população exposta 14
6. Conclusões 16
Bibliografia 17
Apêndices 19
A1. Mapas de Ruído L_{den} 20
A2. Mapas de Ruído L_n 21

Índice de Quadros

Quadro 1: Comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos 12
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" 14
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" 14
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" 14
Quadro 5: Número estimado de alunos expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta" 15
Quadro 6: Número estimado de doentes internados expostos a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta" 15

Índice de Figuras

Figura 1: Localização aproximada do traçado (*Google Maps*)..... 6
Figura 2: Aspeto 3D da A1/IC2: Nó de Santo Ovídeo (pormenor dos edifícios e barreira acústica existente..... 11
Figura 3: Código de Cores dos Mapas de Ruído (APA) 13

Índice de Desenhos

Apêndice A1

Desenho A1: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 297+500 a pk 298+700; Página 1 de 1)

Apêndice A2

Desenho B: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 297+500 a pk 298+700; Página 1 de 1)

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 A1/IC2 – Santo Ovídio (IC2)/Coimbrões (A1), 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 1.7 km, e encontra-se localizado de forma aproximada na imagem seguinte do *Google Maps*.

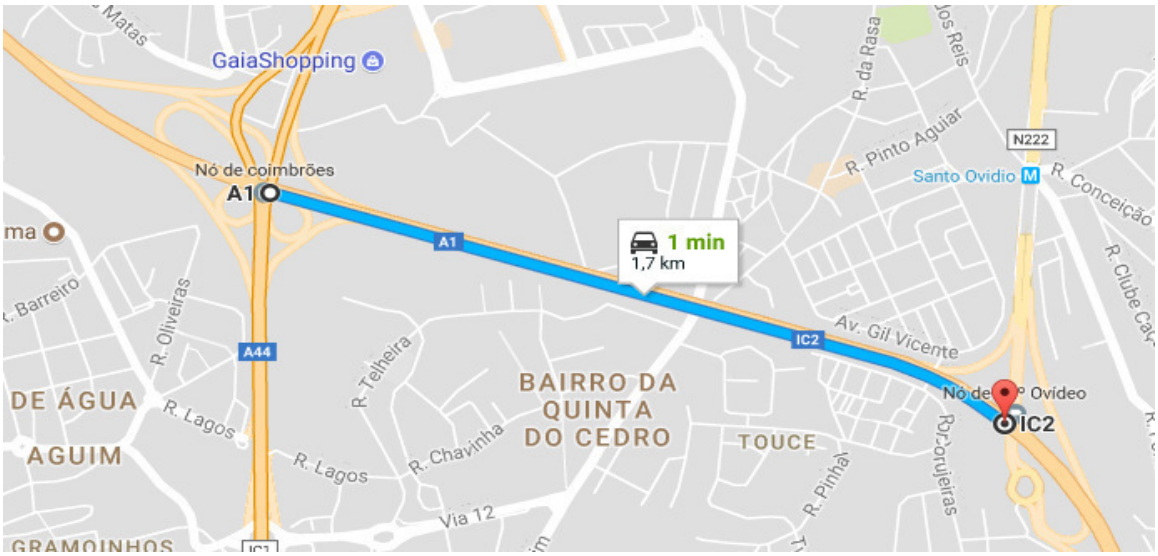


Figura 1: Localização aproximada do traçado (*Google Maps*)

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 (Lden)» o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

«Indicador de ruído diurno (Ld) ou (Lday)» 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 (Lnight)» 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:

- Período diurno — das 7 às 20 horas;
- Período do entardecer — das 20 às 23 horas;
- 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 A1/IC2, os limites acústicos legais nos Recetores Sensíveis (Zonas Mistas e Zonas Sensíveis) são:

- **L_{den} ≤ 65 dB(A) e L_n ≤ 55 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} ≤ 65 dB(A) e L_n ≤ 55 dB(A).**
- Zonas Sensíveis:
    - **L_{den} ≤ 55 dB(A) e L_n ≤ 45 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 A1/IC2, 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. A figura seguinte ilustra alguns aspetos 3D do modelo acústico criado no *software* CadnaA.

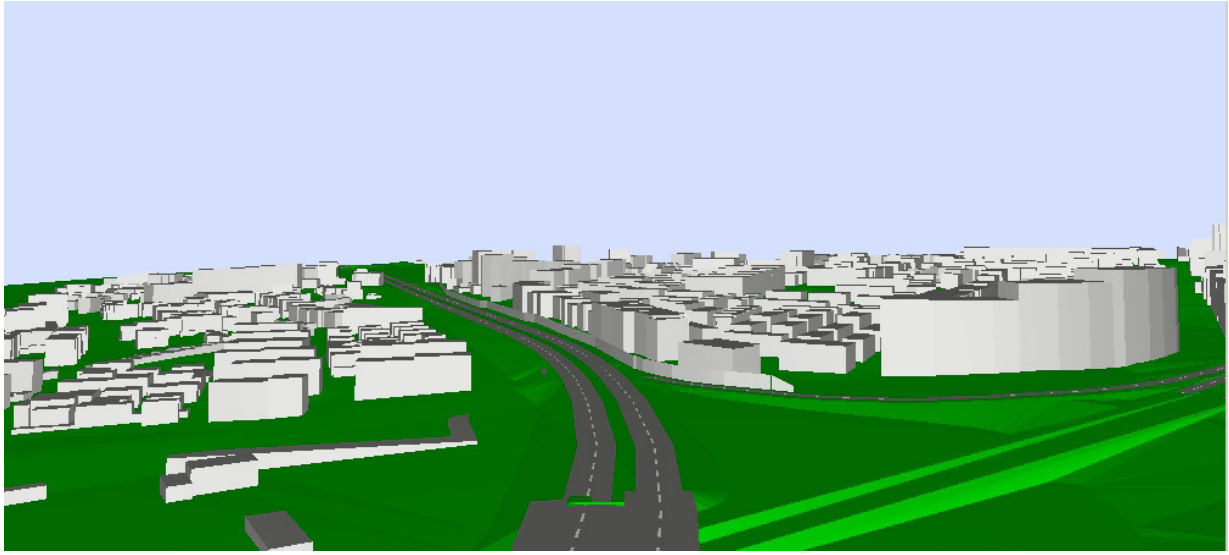


Figura 2: Aspeto 3D da A1/IC2: Nó de Santo Ovídeo (pormenor dos edifícios e barreira acústica existente

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 - *in situ*)			
	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	68	66	62	70	70	68	63	72	+2	+2	+1	+2

Relativamente ao desvio máximo de |2| dB encontrado verifica-se que este se enquadra 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 A1/IC2.

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 3: 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)
$55<L_{den}\leq60$	32
$60<L_{den}\leq65$	12
$65<L_{den}\leq70$	13
$70<L_{den}\leq75$	5
$L_{den}>75$	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)
$45<L_n\leq50$	41
$50<L_n\leq55$	19
$55<L_n\leq60$	14
$60<L_n\leq65$	7
$65<L_n\leq70$	1
$L_n>70$	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 (km²)	Nº estimado de habitações/fogos	Nº estimado de pessoas (centenas)
$L_{den}>75$	0.1	3	0
$L_{den}>65$	0.5	822	18
$L_{den}>55$	1.2	2782	62

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)
$55<L_{den}\leq60$	380	4
$60<L_{den}\leq65$	0	0
$65<L_{den}\leq70$	0	0
$70<L_{den}\leq75$	55	1
$L_{den}>75$	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)
$55<L_{den}\leq60$	0	0
$60<L_{den}\leq65$	0	0
$65<L_{den}\leq70$	0	0
$70<L_{den}\leq75$	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 A1/IC2 – Nó de Coimbrões/Nó de Santo Ovídeo.

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 recetores sensíveis localizados próximo de uma Grande Infraestrutura de Transporte. Apenas se prospetiva incumprimento nos recetores que se localizam na imediata envolvente do traçado, sem no entanto se prospetivar 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 Routiéres: 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 It's Physical Principles and Applications*. 3ª 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.

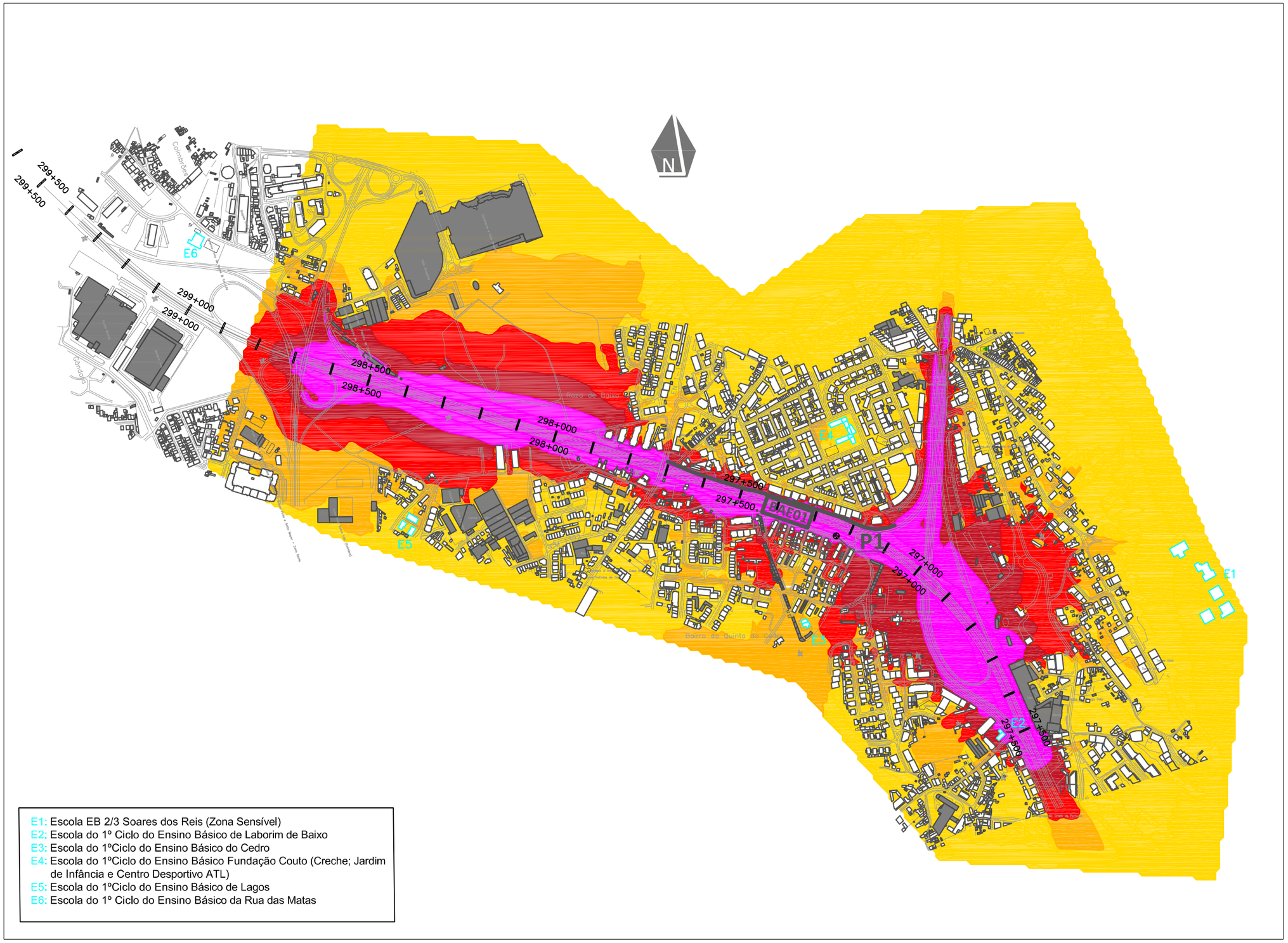
APÊNDICES

A1. Mapas de Ruído L_{den}

A2. Mapas de Ruído L_n

A1. MAPAS DE RUÍDO L_{DEN}

Desenho A1: Mapa de Ruído para o indicador L_{den} (pk 297+500 a pk 298+700; Página 1 de 1)



E1: Escola EB 2/3 Soares dos Reis (Zona Sensível)
E2: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico de Laborim de Baixo
E3: Escola do 1ºCiclo do Ensino Básico do Cedro
E4: Escola do 1ºCiclo do Ensino Básico Fundação Couto (Creche; Jardim de Infância e Centro Desportivo ATL)
E5: Escola do 1ºCiclo do Ensino Básico de Lagos
E6: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico da Rua das Matas

LEGENDA:

- BAE — Barreira Acústica existente
- Ponto de Medição *In Situ*
- Habitações
- Escolas (E), Hospitais (H) e Outros (O)
- Não sensível ao ruído

Ano de Resultados: 2016
Método de Cálculo: Rodovias: NMPB'96
Altura de Cálculo: 4 metros

Código de Cores (APA):

- Lden ≤ 55
- 55 < Lden ≤ 60
- 60 < Lden ≤ 65
- 65 < Lden ≤ 70
- Lden > 70

EM CÓPIAS DESTE DESENHO COM FORMATO DIFERENTE DO A3 ATENDER À ESCALA GRÁFICA

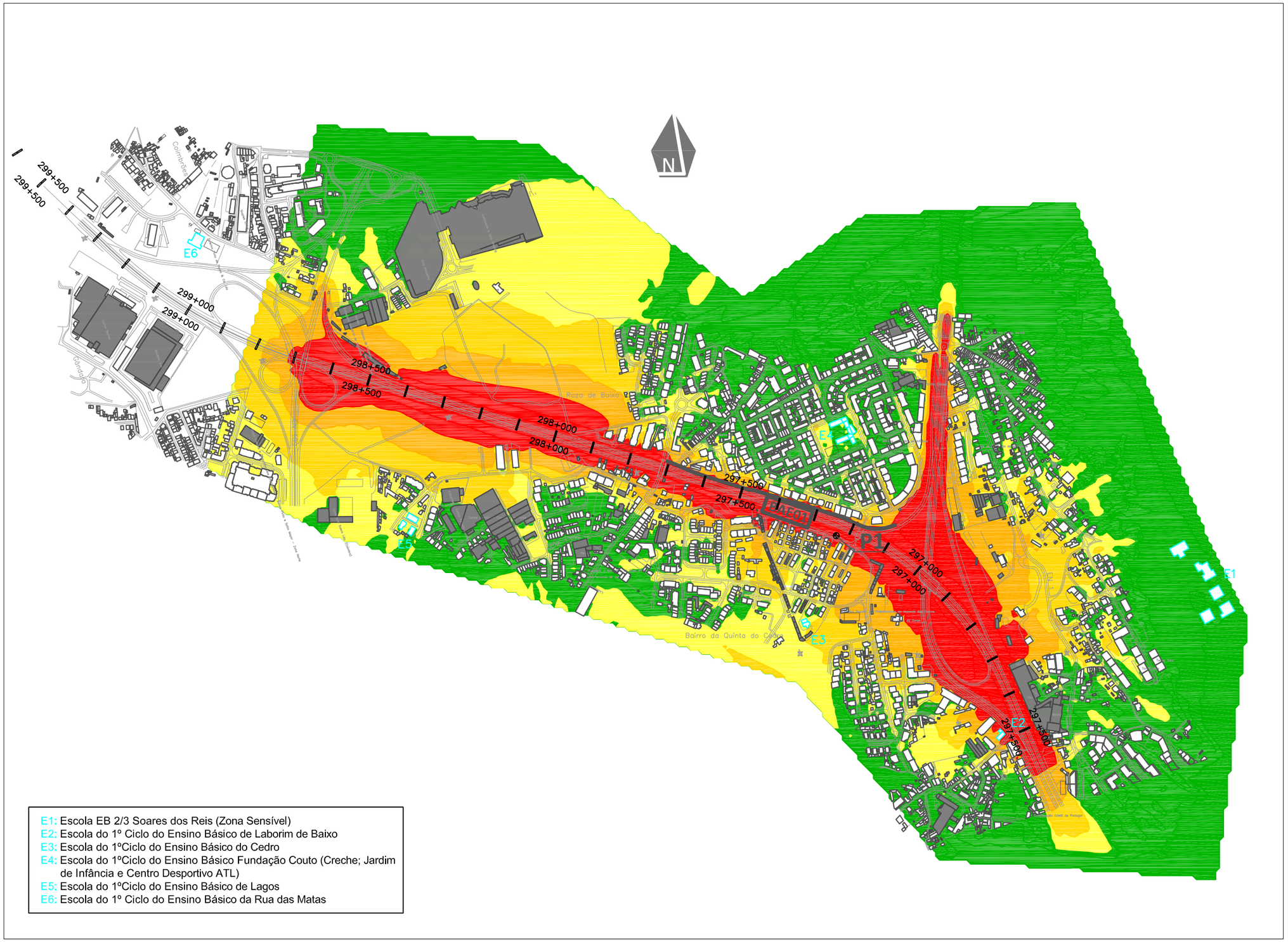
Infraestruturas de Portugal

SCHIU
Eng. de Vibração e Ruído, Unip., Lda.
Divisão de Ambiente Exterior
Av. Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi, 8005-466 Faro
Tlf. 289 998 009 Tm. 919 075 077 www.schiu.com

Fich. 2018-Adj105-A1IC2-DesAV02-001-NRG.dwg	Elab. NRG	Escala numérica: H = 1:10 000	Titulo: MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC2 - SANTO OVÍDIO (IC2)/COIMBRÕES (A1)	Designação: MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR Lden pk 297+500 a pk 298+700	Des.: A
Doc. 2018-Adj105-P002-MER-A1IC2-R01	Verif. VCR	Escala gráfica: 0 100 200 (m)			Data: abril 2018 / Folha: 1/1

A2. MAPAS DE RUÍDO L_N

Desenho B: Mapa de Ruído para o indicador L_n (pk 297+500 a pk 298+700; Página 1 de 1)



E1: Escola EB 2/3 Soares dos Reis (Zona Sensível)
E2: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico de Laborim de Baixo
E3: Escola do 1ºCiclo do Ensino Básico do Cedro
E4: Escola do 1ºCiclo do Ensino Básico Fundação Couto (Creche; Jardim de Infância e Centro Desportivo ATL)
E5: Escola do 1ºCiclo do Ensino Básico de Lagos
E6: Escola do 1º Ciclo do Ensino Básico da Rua das Matas

LEGENDA:

- BAE — Barreira Acústica existente
- Ponto de Medição *In Situ*
- Habitações
- Escolas (E), Hospitais (H) e Outros (O)
- Não sensível ao ruído

Ano de Resultados: 2016
Método de Cálculo: Rodovias: NMPB'96
Altura de Cálculo: 4 metros

Código de Cores (APA):

- Ln ≤ 45
- 45 < Ln ≤ 50
- 50 < Ln ≤ 55
- 55 < Ln ≤ 60
- Ln > 60

EM CÓPIAS DESTE DESENHO COM FORMATO DIFERENTE DO A3 ATENDER À ESCALA GRÁFICA

Infraestruturas de Portugal

SCHIU
Eng. de Vibração e Ruído, Unip., Lda.
Divisão de Ambiente Exterior
Av. Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi, 8005-466 Faro
Tlf. 289 998 009 Tm. 919 075 077 www.schiu.com

Fich. 2018-Adj105-A1IC2-DesBV02-001-NRG.dwg	Elab. NRG	Escala numérica: H = 1:10 000	Titulo: MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO DO LANÇO A1/IC2 - SANTO OVÍDIO (IC2)/COIMBRÕES (A1)	Designação: MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR Ln pk 297+500 a pk 298+700	Des.: B
Doc. 2018-Adj105-P002-MER-A1IC2-R01	Verif. VCR	Escala gráfica: 0 100 200 (m)			Data: abril 2018 / Folha: 1/1