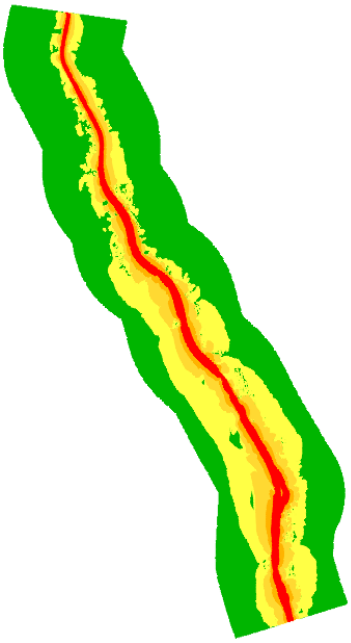
Divisão Ambiente Exterior

MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO
IC21 – VIA RÁPIDA DO BARREIRO



RESUMO NÃO TÉCNICO

DivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorD

RELATÓRIO: 2017ADJ128-MER_IC21_RNT01V02_RDL.DOCX

CLIENTE: AEBT - AUTO-ESTRADAS DO BAIXO TEJO, S.A.

AUTORES DO RELATÓRIO: VITOR ROSÃO E RUI LEONARDO

DATA: 2017-12-29

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.: +351 960 078 641
E: schiu@schiu.com
E: ruileonardo@schiu.com

Autoria Técnica

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

As medições acústicas foram efetuadas pelo Laboratório de Ensaios Sonometria (IPAC-L0535), entidade acreditada como Laboratório de Ensaios, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005, pelo Instituto Português de Acreditação.

A equipa técnica responsável pela execução do presente relatório, e das medições experimentais do Laboratório de Ensaios para validação do modelo de simulação acústica, foi:

TÉCNICO	FUNÇÃO/ESPECIALIDADE A ASSEGURAR	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Vitor Rosão	Coordenação Geral Análise de resultados e elaboração de Relatório	Diretor da SCHIU Diretor Técnico do Laboratório Sonometria Lic. em Física Tecnológica Mestre em Eng. Física Doutor em Acústica Ambiental Membro nº.73727 da Ordem dos Engenheiros
Rui Leonardo	Medições de Ruído Análise de resultados e elaboração de Relatório	Técnico de Medições do Laboratório Sonometria Eng. do Ambiente

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; Diretor Técnico do Laboratório Sonometria)

Índice

1 Introdução 5

1.1 Identificação e descrição do lanço 5

2 Termos técnicos 7

2.1 Valores Limite de Exposição 9

3 Metodologia 11

4 Mapas de Ruído 13

5 Estimativa da população exposta 14

6 Conclusões 16

Bibliografia 17

Apêndices

A1. Mapa de Ruído para o Indicador Lden

A2. Mapa de Ruído para o Indicador Ln

Índice de Quadros

Quadro 1 – Valores limite de exposição ao ruído 10
Quadro 2 – Dados de tráfego rodoviário considerados na modelação (2016) 13
Quadro 3 – Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta" 15
Quadro 4 – Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes gamas de valores de L_n a 4m e na "fachada mais exposta" 15
Quadro 5 – Área total (em km2) e número de habitações e de pessoas expostas (centenas) a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta" 15

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização do IC21 – Via Rápida do Barreiro 6
Figura 2 – Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do IC21 – Via Rápida do Barreiro 12
Figura 3 – Código de cores dos Mapas de Ruído (APA) 14

Índice de Peças Desenhadas

Apêndice A1

Desenho A01: Mapa de Ruído Particular para o indicador Lden (página 1-3)
Desenho A02: Mapa de Ruído Particular para o indicador Lden (página 2-3)
Desenho A03: Mapa de Ruído Particular para o indicador Lden (página 3-3)

Apêndice A2

Desenho B01: Mapa de Ruído Particular para o indicador Ln (página 1-3)
Desenho B02: Mapa de Ruído Particular para o indicador Ln (página 2-3)
Desenho B03: Mapa de Ruído Particular para o indicador Ln (página 3-3)

1 Introdução

O ruído é um dos principais fatores de incomodidade das populações das sociedades tecnologicamente mais desenvolvidas podendo causar perturbações de ordem fisiológica, tais como hipertensão arterial, perturbações do sono e perturbações na 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 ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, 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 mapa de ruído é uma representação geográfica dos níveis de exposição a ruído ambiente exterior, onde se visualizam as zonas às quais correspondem determinadas classes de valores expressos em dB(A), que se reportam a uma situação existente ou prevista, e apenas contemplam o ruído emitido pelas seguintes atividades humanas: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, tráfego aéreo e indústrias.

O presente estudo refere-se à elaboração do Mapa Estratégico de Ruído do IC21 – Via Rápida do Barreiro, integrado na Subconcessão do Baixo Tejo, com uma extensão aproximada de 9,4 km.

1.1 Identificação e descrição do lanço

O IC21 – Via Rápida do Barreiro, com uma extensão aproximada de 9,4km, integra a Subconcessão do Baixo Tejo e desenvolve-se entre o Nó de Coina (km 0+195) e a Rotunda do Lavradio (km 9+500), com uma extensão aproximada de 9,4 km, nos concelhos da Moita e do Barreiro, como se apresenta na Figura 1.

O lanço em apreço apresenta um perfil transversal tipo de 2x2 vias, sem declive acentuado, com pavimento Betão Betuminoso.

Os usos do solo identificados na envolvente do IC21 incluem núcleos habitacionais, quintas e habitações dispersas.

A sensibilidade ao ruído do IC21 está associada ao uso habitacional relativamente consolidado, constituído maioritariamente por habitações unifamiliares até 2 pisos de altura, e multifamiliares até 9 pisos.

Na figura seguinte apresenta-se o enquadramento territorial do Lanço da A33/IC32 em estudo.

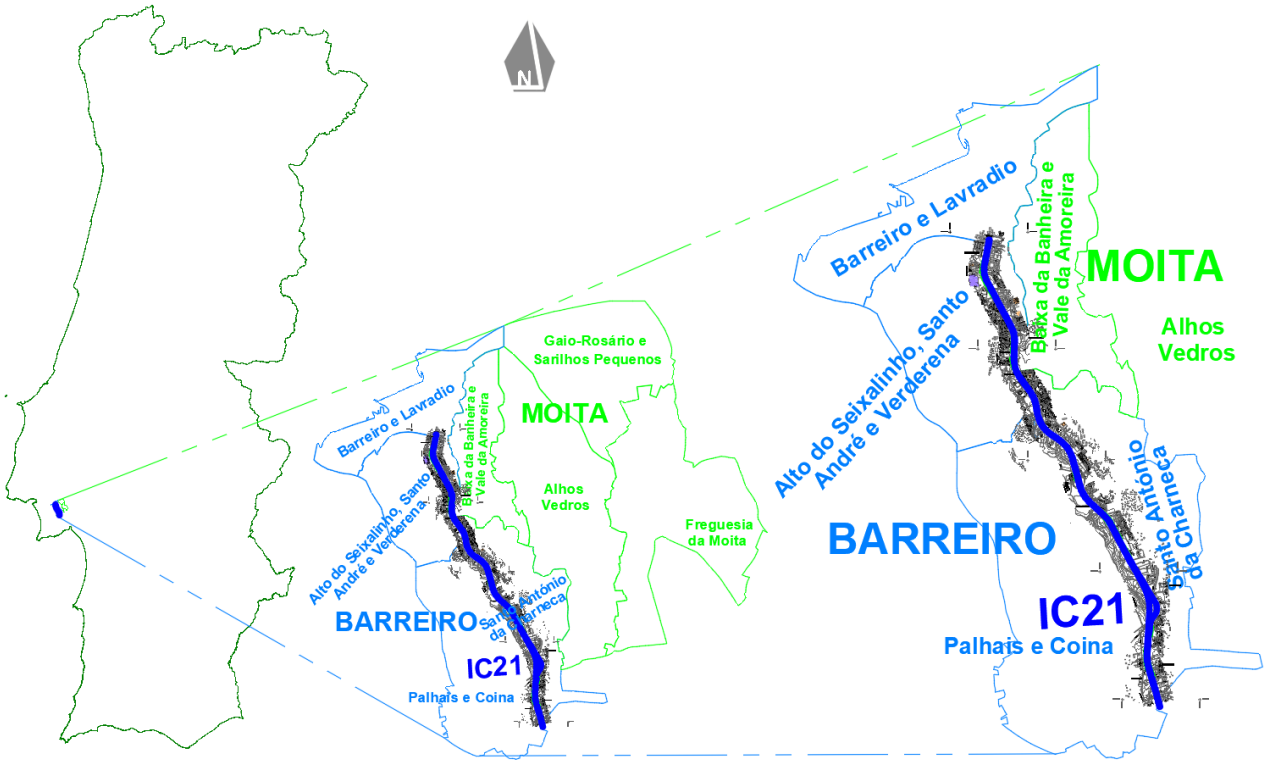


Figura 1 – Localização do IC21 – Via Rápida do Barreiro

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 na sua versão mais recente (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 incómodo global, dado pela expressão:*

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

- *«**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 (L_e) ou ($L_{evening}$)***» *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 (L_n) ou (L_{night})***» *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 L_{den} e L_n, 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

Em seguida apresentam-se os valores limite a que se refere a que se refere o Decreto-Lei n.º 146/2006, e que devem ser verificados, são os definidos no artigo 11º do Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

Quadro 1 – Valores limite de exposição ao ruído

Em função do zonamento do Território (Recetores Sensíveis)	Níveis máximos de exposição ao ruído ambiente no exterior, dB(A)	
	Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den})	Indicador de ruído noturno (L_n)
Zona Sensível	55	45
Zona Mista	65	55
Zona Não Classificada	63	53
Zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do RGR (fevereiro de 2007) uma Grande Infraestrutura de Transporte	**65**	**55**

O traçado do IC21 desenvolve-se no concelho do Barreiro (km 0+195 a km 6+900 e do km 7+680 a km 9+500) e no concelho da Moita (km 6+900 a km 7+680).

De acordo com a informação disponibilizada pelos municípios e disponível na Direção-Geral do Território:

- O concelho do Barreiro ainda não possui Classificação Acústica do seu território no âmbito do respetivo Plano Diretor Municipal (PDM), em vigor desde 1994 (RCM 26/94), e atualmente está em fase de revisão.
- O concelho da Moita já possui Classificação Acústica no âmbito do respetivo Plano Diretor Municipal (PDM), em vigor desde 2015 (DECL RET 581/2015).

Refere-se, que estando o PDM do Barreiro em fase de revisão é provável que a classificação acústica dos seus territórios venha a ser definida brevemente, e sendo o IC21 uma Grande Infraestrutura de Transporte (GIT), de acordo com o artigo 11º do Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro, os recetores sensíveis localizados na proximidade do seu traçado, independentemente do tipo de classificação que venha a ser definida, tal como no concelho da Moita que já tem classificação acústica estão sujeitos aos limites de $L_{den} \leq$ 65 dB(A) e $L_n \leq 55$ 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 IC3/EN18, 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).

Para a concretização do modelo acústico 3D foi efetuado trabalho de campo para identificação e caracterização das edificações integradas na área de influência acústica do IC21, assim como da dimensão de outros obstáculos acusticamente relevantes, a incorporar no modelo de simulação.

Foram também introduzidos vários elementos cartográficos, curvas de nível, edifícios (em 3D) e ainda parâmetros específicos, como, de entre outros, a temperatura média, a humidade relativa, o tipo de solo, os volumes de tráfego, as velocidades médias de circulação dos veículos, o fluxo de tráfego e o tipo de pavimento.

As figuras seguintes ilustram alguns aspetos 3D do modelo acústico criado no software CadnaA.

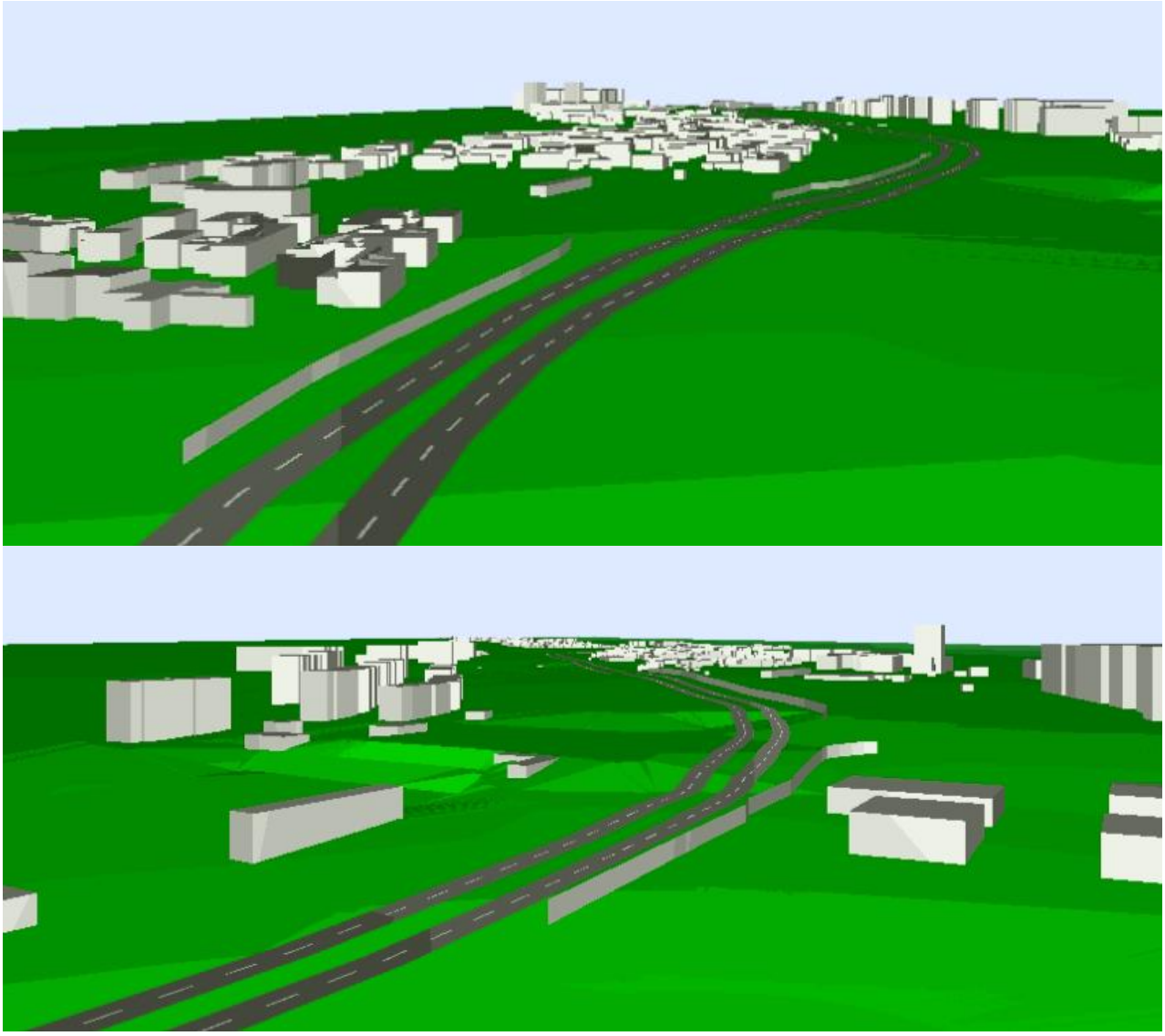


Figura 2 – Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do IC21 – Via Rápida do Barreiro

Com o objetivo de verificar a adequabilidade do mapa de ruído com a realidade, é essencial, que se proceda a uma validação dos resultados obtidos. Para tal, foram efetuadas medições acústicas in situ para caracterização do ruído emitido pela rodovia modelada, em locais onde a principal fonte de ruído é o tráfego referida via a modelar. As medições experimentais *in situ* foram realizadas por Laboratório de Acústica (L0535) acreditado, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005, pelo Instituto Português de Acreditação.

Posteriormente foram calculados os níveis sonoros em recetores (pontos de medição) a 4 metros de altura, e os resultados obtidos comparados com os valores de medições experimentais. Face

aos resultados obtidos e às *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído da Agência Portuguesa do Ambiente* (APA, 2011), sendo o desvio inferior a 2 dB(A), considerou-se validado o modelo acústico 3D do IC21.

No seguinte apresentam-se os dados de tráfego (ano de 2016) considerados na modelação do IC21 - Montijo (IP1) / Alcochete, para os três períodos de referência, diurno, entardecer e noturno.

No quadro seguinte apresentam-se os dados de tráfego considerados na modelação efetuada, resultantes das contagens anuais da Subconcessionária, para os três períodos de referência, diurno, entardecer e noturno para o ano de 2016 e as velocidades de circulação médias para o tipo de via em questão (a velocidade de circulação máxima foi ajustada pontualmente em função da sinalização vertical existente).

Quadro 2 – Dados de tráfego rodoviário considerados na modelação (2016)

Via/Troço	Período diurno (7h-20h)		Período do entardecer (20h-23h)		Período noturno (23h-7h)		TMDA	Velocidade média de Circulação: Ligeiros/Pesados (km/h)
	THDA	% PES	THDA	% PES	THDA	% PES		
Nó Coina - Nó Penalva	1 862	6,0	1038	3,1	357	6,4	30176	100/90
Nó Penalva - Nó Stº. Antº Charneca	1 707	4,1	979	2,1	325	4,6	27731	100/90
Nó Stº. Antº.Charneca - Nó Cruz. Stº. André	1 665	3,5	1009	2,0	320	3,8	27237	100/90 e variável
Nó Cruz. Stº. André - Nó Cruz. Hospital	1 253	4,2	700	2,6	197	5,6	19960	70/70 e variável
Nó Cruz. Hospital - Nó Rotunda Lavradio	1 211	4,9	664	3,6	184	8,0	19210	Variável e variável

TMDA: Tráfego Médio Diário Anual
TMHA: Tráfego Médio Horário Anual
%PES: Percentagem de veículos Pesados

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 e A2.

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 mais escuras a níveis de ruído mais elevados e as mais claras a níveis de ruído mais baixos.

Classe do Indicador [dB(A)]	Cor		RGB		Classe do Indicador [dB(A)]	Cor		RGB
L_{den}≤55	ocre		255,217,0	Mais Ruído ↓ Mais Ruído	L_n≤45	verde escuro		0,181,0
55<L_{den}≤60	laranja		255,179,0		45<L_n≤50	amarelo		255,255,69
60<L_{den}≤65	vermelhão		255,0,0		50<L_n≤55	ocre		255,217,0
65<L_{den}≤70	carmim		196,20,37		55<L_n≤60	laranja		255,179,0
L_{den}>70	magenta		255,0,255		L_n>60	vermelhão		255,0,0

Figura 3 – Código de cores dos Mapas de Ruído (APA)

5 Estimativa da população exposta

O cálculo do número estimado de pessoas expostas teve por base a informação estatística (população total residente (TTR) e o número total de alojamentos (TTA)) da população indicada nos Censos 2011 (INE – Recenseamento da População e Habitação) e assumidas as classes de níveis sonoros propostas pela Agência Portuguesa do Ambiente nas *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído* de 2011.

A estimativa da população exposta foi efetuada tendo por base as diretrizes APA, de acordo com os seguintes passos:

- Cálculo de níveis sonoros por tipo de fonte sonora e por indicador;
- Cálculo do nível sonoro incidente no edifício habitacional;
- Determinação do nível sonoro na fachada;
- Determinação da população exposta.

Assim, tendo em conta os resultados obtidos para os mapas de ruído e os valores de população foi estimada a população na "fachada mais exposta" em cada uma das classes de ruído para os indicadores de ruído L_{den} e L_n, em acordo com o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, que

transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. Nos quadros seguintes apresentam-se os resultados obtidos.

Quadro 3 – Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, 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)
$55<L_{den}\leq60$	49
$60<L_{den}\leq65$	9
$65<L_{den}\leq70$	2
$70<L_{den}\leq75$	0
$L_{den}>75$	0

Quadro 4 – Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, 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)
$45<L_n\leq50$	70
$50<L_n\leq55$	16
$55<L_n\leq60$	5
$60<L_n\leq65$	0
$65<L_n\leq70$	0
$L_n>70$	0

A informação sobre a área total (em km^2), a estimativa das habitações e das pessoas residentes nas aglomerações apresentam-se no quadro seguinte.

Quadro 5 – Área total (em km2) e número de habitações e de pessoas expostas (centenas) a diferentes gamas de valores de L_{den} a 4m e na "fachada mais exposta"

Classe de níveis sonoros em dB(A)	Área total (km^2)	Nº estimado de habitações/fogos	Nº estimado de pessoas
$L_{den}>75$	0,5	0	0
$L_{den}>65$	1,6	155	2
$L_{den}>55$	6,4	2792	60

6 Conclusões

O presente estudo, elaborado por recurso às técnicas mais eficazes atualmente disponíveis, resultou na concretização do Mapa Estratégico de Ruído do IC21 – Via Rápida do Barreiro.

A análise efetuada permitiu ainda constatar que a envolvente do IC21 é caraterizada pela existência de núcleos habitacionais e algumas habitações, a par de atividades industrias e culturas agrícolas. No final do traçado IC21 verifica-se a transição da via rápida, para meio urbano.

A sensibilidade ao ruído do IC21 está associada ao uso habitacional relativamente consolidado, constituído maioritariamente por habitações unifamiliares até 2 pisos de altura, e mais afastada da via por habitação multifamiliares até 9 pisos.

Dos resultados obtidos verifica-se que a maioria dos recetores sensíveis na área de influência acústica do IC21 está exposta a níveis sonoros de L_{den} compreendidos entre 60 e 65 dB(A) e de L_n compreendidos entre 45 e 55 dB(A), e cumprem com os valores limite definidos no artigo 11º do RGR. Pontualmente estima-se a ultrapassagem dos limites legais em alguns retores, o que deverá ser averiguado através de monitorização e da elaboração de um Plano de Ação com medidas de redução de ruído especificas.

Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3).* 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996.* 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – *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 Rectificação n.º 18/2007, de 16 de março.
- 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.
- 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, 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 ISO 1996-1 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de Avaliação.* 2011.
- NP ISO 1996-2 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente.* 2011.
- NP ISO 9613-1 (2014). Acústica - Atenuação do som na sua propagação ao ar livre - Parte 1: Cálculo da absorção atmosférica.
- 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 – *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente.* Tese de Doutoramento, Universidade do Algarve, 2011.
- 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. Mapa de Ruído para o Indicador Lden

A2. Mapa de Ruído para o Indicador Ln

A1. MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR LDEN

Desenho A01: Mapa de Ruído Particular para o indicador Lden (página 1-3)

Desenho A02: Mapa de Ruído Particular para o indicador Lden (página 2-3)

Desenho A03: Mapa de Ruído Particular para o indicador Lden (página 3-3)

A2. MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR LN

Desenho B01: Mapa de Ruído Particular para o indicador Ln (página 1-3)

Desenho B02: Mapa de Ruído Particular para o indicador Ln (página 2-3)

Desenho B03: Mapa de Ruído Particular para o indicador Ln (página 3-3)

(página intencionalmente deixada em branco)