Divisão Ambiente Exterior

Mapa de Ruído do Concelho da Calheta



DivisãoAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãombienteExteiorDivisãombienteExteriorDivisãombienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãombienteExteriorDivisãoAmbienteExteriorDivisãmbienteExterioriorDivisãombienteExteriorDivisãombienteExteriorAmbienteExterioriorAmbienteExteriorDivisãoAmbienteExterior

RELATÓRIO: 2012-ADJ069-R01V01-001-RFL

CLIENTE: CÂMARA MUNICIPAL DA CALHETA

AUTORES DO RELATÓRIO: VITOR ROSÃO, RUI LEONARDO, TERESA MARQUES E LUCIA HÁZYOVÁ

DATA: 2012-06-14

SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído — W.: www.schiu.com

Sector de Consultoria — T.: +351 289 998 009

Divisão de Ambiente Exterior — M.: +351 960 342 520

Avenida Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estói — F.: +351 289 998 318

8005-466 Faro – Portugal — E.: vitorrosao@schiu.com

Índice

1 Introdução 7

1.1 Identificação do Local em Estudo 7
1.2 Enquadramento Legal 8
1.3 Equipa 12
1.4 Metodologia 13
1.5 Antecedentes 16
1.6 Dados digitais 16

2 Principais fontes de ruído 18

2.1 Tráfego rodoviário 18
2.1.1 Dados de tráfego 20
2.1.2 Dados de emissão sonora 22
2.2 Fontes fixas 23
2.2.1 Dados de emissão sonora 24
2.3 Trabalho de campo 25
2.4 Sazonalidade 26

3 Medições acústicas 28

3.1 Equipamentos 29
3.2 Caracterização das fontes fixas 30
3.3 Caracterização do Ruído Ambiente 30

4 Modelo de simulação 38

4.1 *Software* e métodos 38
4.2 Modelo 3D 39
4.3 Parâmetros de cálculo e de apresentação 43
4.4 Calibração e validação do modelo 47

5 Mapas de Ruído 50
6 Mapas de Conflitos 51
6.1 Análise 52
6.1.1 Zonas Mistas 52
6.1.2 Zonas Sensíveis 55
7 Classificação Acústica 60
8 Conclusões 63
Bibliografia 64

Apêndices

A1. Ficha de calibração dE equipamentos
A2. Fontes de ruído modeladas
A3. Mapas de ruído L_{den}
A4. Mapas de Ruído L_{night}
A5. Mapas de Conflitos L_{den} (Zona Sensível)
A6. Mapas de Conflitos L_{night} (Zona Sensível)
A7. Mapas de Conflitos L_{den} (Zona Mista)
A8. Mapas de Conflitos L_{night} (Zona Mista)
A9. Lista dos Ficheiros

Índice de Quadros

Quadro 1 – Dados de TMDA das estradas regionais (Estradas da Madeira) 20
Quadro 2 – Dados de Tráfego Rodoviário modelados 21
Quadro 3 – Características de emissão sonora das fontes fixas modeladas 24
Quadro 4 – Resultados obtidos nos pontos de medição de Ruído Ambiente 31
Quadro 5 – Comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos 47
Quadro 6 – Perspectivas internacionais de limitação do Ruído Ambiente exterior 61

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização do concelho da Calheta no Arquipélago da Madeira 8
Figura 2 – Apontamento fotográfico do sistema de medição contínua 29
Figura 3 – Gráfico dos valores hora a hora no ponto de medição contínua 37
Figura 4 – Aspecto 3D de zona com edifícios de 2 a 4 pisos 41
Figura 5 – Aspecto 3D de zona com viaduto 42
Figura 6 – Aspecto 3D de zona com fontes fixas modeladas 42
Figura 7 – Aspecto 3D geral (vista sul) 43
Figura 8 – Gráfico dos percentis dos desvios (validação do modelo) 48

Índice de Desenhos

Apêndice A2

Desenho A1.1: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho A1.2: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Oeste)
Desenho A1.3: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Norte)
Desenho A1.4: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Sul)
Desenho A2.1: Localização Pormenorizada das Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:10 000; PM01 a PM11)
Desenho A2.2: Localização Pormenorizada das Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:10 000; PM12 a PM22)

Apêndice A3

Desenho B1: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho B2: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Oeste)
Desenho B3: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Norte)
Desenho B4: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Sul)

Apêndice A4

Desenho C1: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho C2: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Oeste)
Desenho C3: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Norte)
Desenho C4: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Sul)

Apêndice A5

Desenho D1.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho D1.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Oeste)
Desenho D1.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} , Zona Sensível (1:25 000; Parte Norte)
Desenho D1.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Sul)

Apêndice A6

Desenho D2.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho D2.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Oeste)
Desenho D2.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Norte)
Desenho D2.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Sul)

Apêndice A7

Desenho E1.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} , Zona Mista (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho E1.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} , Zona Mista (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho E1.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Mista (1:25 000; Parte Norte)
Desenho E1.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Mista (1:25 000; Parte Sul)

Apêndice A8

Desenho E2.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Noroeste)
Desenho E2.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Oeste)
Desenho E2.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Norte)
Desenho E2.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Sul)

1 Introdução

O presente estudo refere-se à elaboração do Mapa de Ruído do Concelho da Calheta, pertencente à Região Autónoma da Madeira, para articulação com o respectivo Plano de Desenvolvimento Municipal (PDM).

1.1Identificação do Local em Estudo

O Concelho da Calheta é o mais extenso de todos os Concelhos do Arquipélago da Madeira, abrangendo cerca de 116 km², o que corresponde a 15% da superfície total da Ilha da Madeira. Situa-se entre o Sul e o extremo Oeste da Ilha (ver Figura 1) e tem uma população actual de cerca de 11870 habitantes (Censos de 2001). O Concelho encontra-se em franco desenvolvimento, nomeadamente na construção de infra-estruturas rodoviárias, de cariz social, educacional, cultural, industrial e turístico. Deste Concelho fazem parte oito freguesias:

- Arco da Calheta (3241 habitantes; Censos 2001),
- Calheta (3105 habitantes; Censos 2001),
- Estreito da Calheta (1630 habitantes; Censos 2001),
- Jardim do Mar (252 habitantes; Censos 2001),
- Paúl do Mar (885 habitantes; Censos 2001),
- Prazeres (672 habitantes; Censos 2001),
- Fajã da Ovelha (1016 habitantes; Censos 2001),
- Ponta do Pargo (1145 habitantes; Censos 2001),.

Todas as freguesias do Concelho possuem infra-estruturas de apoio social, como sejam, Centro de Saúde e Serviço local de Segurança Social, educacional (escolas) e desportivo. Existe ainda um

importante património edificado secular do qual constam, por exemplo, a Igreja Paroquial de São Brás que data do Séc. XVIII e a Capela de Nossa Senhora do Loreto que data do Séc. XVI.



Figura 1 – Localização do concelho da Calheta no Arquipélago da Madeira

1.2Enquadramento Legal

O presente Estudo enquadra-se no estabelecido no artigo 7.º do Capítulo II do Regulamento Geral de Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que se transcreve:

Artigo 7º – Mapas de Ruído

"1 – As câmaras municipais elaboram mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos directores municipais e dos planos de urbanização.

2 – As câmaras municipais elaboram relatórios sobre recolha de dados acústicos para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos de pormenor, sem prejuízo de poderem elaborar mapas de ruído sempre que tal se justifique.

3 – Exceptuam-se do disposto nos números anteriores os planos de urbanização e os planos de pormenor referentes a zonas exclusivamente industriais.

4 – A elaboração dos mapas de ruído tem em conta a informação acústica adequada, nomeadamente a obtida por técnicas de modelação apropriadas ou por recolha de dados acústicos realizada de acordo com técnicas de medição normalizadas.

5 – Os mapas de ruído são elaborados para os indicadores L_{den} e L_n reportados a uma altura de 4 m acima do solo."

Transcrevem-se em seguida algumas definições julgadas relevantes, constantes no Artigo 3.º do RGR, assim como os valores limite de exposição constantes no Artigo 11.º e os planos municipais de redução de ruído constantes no Artigo 8.º:

Artigo 3.º – Definições

"*Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por:*

i) «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;

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

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

l) «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 actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

m) «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 actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

n) «Indicador de ruído nocturno (L_n) ou (L_{night})» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano;

o) «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);

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

i) Período diurno—das 7 às 20 horas;

ii) Período do entardecer—das 20 às 23 horas;

iii) Período nocturno—das 23 às 7 horas;

q) «Receptor sensível» o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

s) «Ruído ambiente» o ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado;

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

u) «Ruído residual» o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;

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

sensível;

x) «Zona sensível» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno;

z) «Zona urbana consolidada» a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Artigo 11º – Valores limite de exposição

"1 – Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limites de exposição:

a) *As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB (A), expresso pelo indicador L_{den}, e superior a 55 dB (A), expresso pelo indicador L_{night}.*

b) *As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB (A), expresso pelo indicador L_{den}, e superior a 45 dB (A), expresso pelo indicador L_{night}*

Artigo 8.º – Planos municipais de redução de ruído

1 – As zonas sensíveis ou mistas com ocupação expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores limite fixados no artigo 11.º devem ser objecto de planos municipais de redução de ruído, cuja elaboração é da responsabilidade das câmaras municipais.

2 – Os planos municipais de redução de ruído devem ser executados num prazo máximo de dois anos contados a partir da data de entrada em vigor do presente Regulamento, podendo contemplar o faseamento de medidas, considerando prioritárias as referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11.º.

3 – Os planos municipais de redução do ruído vinculam as entidades públicas e os particulares, sendo aprovados pela assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal.

4 – A gestão dos problemas e efeitos do ruído, incluindo a redução de ruído, em municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km^2 é assegurada através de planos de acção, nos termos do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho.

5 – Na elaboração dos planos municipais de redução de ruído, são consultadas as entidades públicas e privadas que possam vir a ser indicadas como responsáveis pela execução dos planos municipais de redução de ruído.

1.3Equipa

A Equipa que realizou o presente estudo foi constituída pelos seguintes Técnicos da SCHIU:

- Coordenação: Vitor Rosão (Físico Especialista em Acústica).
- Relatório: Vitor Rosão, Rui Leonardo (Engenheiro do Ambiente), Teresa Marques (Doutora em Engenharia de Materiais) e Lúcia Házyová (Arquitecta Paisagista).

- Modelação: Rui Leonardo e Lúcia Házyová.
- Desenhos: Lucia Házyová.
- Trabalho de campo: Rui Leonardo, Teresa Marques e Liliano Abreu.

1.4Metodologia

Para a realização deste Estudo foram seguidas, em especial, as recomendações do documento "Agência Portuguesa do Ambiente – *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 2).* 2008", doravante designado apenas por Directrizes MR APA. Foram também tidos em conta os seguintes documentos:

- Bibliografia Institucional:
    - Nacional:
        - Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 2)*. 2008.
        - Instituto do Ambiente – *Projecto-piloto de Demonstração de Mapas de Ruído - Escalas Municipal e Urbana*. 2004.
        - Instituto Português de Qualidade – *Critérios de acreditação transitórios relativos a representatividade das amostragens de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007*. Circular Clientes n.º 2/2007.
    - Internacional:
        - 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.
        - World Health Organization – *Guidelines for Community Noise*. 1999.

- World Health Organization – *Night Noise Guidelines (NNGL) for Europe*. 2007.
- European Commission – Research Directorate-General – *Research for a Quieter Europe 2020.* 2007.

- Normas:
  - Medição de Ruído Ambiente:
    - NP 1730-1 – *Descrição do Ruído Ambiente: Grandezas Fundamentais e Procedimentos*. 1996.
    - NP 1730-2 – *Descrição do Ruído Ambiente: Recolha de Dados Relevantes para o Uso do Solo*. 1996.
    - NP 1730-3 – *Descrição do Ruído Ambiente: Aplicação aos Limites do Ruído*. 1996.
  - Caracterização fontes fixas:
    - ISO 3744 – *Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure: Engineering Method in an Essentially Free Field Over a Reflecting Plane*. 1994.
    - ISO 8297 – *Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment: Engineering Method*. 1994.
  - Modelação:
    - Tráfego Rodoviário:
      - 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. (NMPB)

- Fontes Fixas:
    - NP 4361-2 – *Atenuação* do *Som na sua Propagação ao Ar Livre: Método Geral de Cálculo*. 2001. (ISO 9613-2)

- Legislação:
    - Nacional:
        - 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.
    - Europeia:
        - 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.
        - Jornal Oficial da União Europeia, L212, 28-08-2003 – Recomendação da Comissão 2003/613/CE de 6 de Agosto de 2003.

Nestas circunstâncias foi efectuado trabalho de campo, cujos principais objectivos foram:

- Identificação e caracterização das principais fontes de ruído, nomeadamente vias de tráfego rodoviário e fontes fixas pertencentes ao Concelho da Calheta.
- Realização de contagens de tráfego nas principais vias de tráfego em diferentes períodos.
- Realização de medições acústicas, por amostragem nos 3 períodos de referência, para caracterização das principais fontes de ruído e/ou calibração do modelo.
- Realização de medição acústica contínua durante 2 dias.

- Reportagem fotográfica dos principais aglomerados habitacionais para verificação da cércea média existente no concelho.

Para além do trabalho de campo, foi também desenvolvido trabalho de escritório com os seguintes objectivos:

- Obtenção de dados administrativos associados às principais fontes de ruído do concelho.
- Tratamento dos dados obtidos no trabalho de campo.
- Reflexão sobre as características de longa duração.
- Produção dos Mapas de Ruído e de Conflitos.
- Análise dos resultados obtidos.
- Elaboração do presente Relatório.

1.5Antecedentes

De acordo com a informação fornecida pela Câmara Municipal da Calheta, não foi ainda elaborado qualquer Mapa de Ruído na área do concelho, no âmbito de Plano Municipal de Ordenamento do Território, pelo que o presente Estudo corresponde ao primeiro Mapa de Ruído do concelho da Calheta.

1.6Dados digitais

O presente Relatório e os Desenhos que se apresentam em Apêndice, são disponibilizados, respectivamente, em formato PDF e em formato CAD, organizados nos Directórios/Ficheiros que se listam no Apêndice A9.

Mais se refere que os Mapas de Ruído digitais propriamente ditos, correspondem aos seguintes ficheiros:

- xref_2009Adj016-MapaLden.dwg
- xref_2009Adj016-MapaLnight.dwg

As Linhas isofónicas constantes nestes ficheiros estão espaçadas de 1 em 1 dB(A) e estão integradas em *Layers* e agrupadas em blocos, de acordo com as designações recomendadas pelo documento "Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 2)*. 2008", do qual se transcreve parte do capítulo "3.3 Formato CAD":

"*8) Em alternativa, as isófonas poderão estar em diferentes layers, desde que estes não contenham outras entidades para além das isófonas, e que se adopte uma nomenclatura para os layers que torne esse reconhecimento óbvio, incluindo a sigla ISO e o respectivo valor (por exemplo, ISO_70);*

9) O atributo classe de ruído de cada polígono será definido de uma das duas formas seguintes, utilizando o layer ClasseRuído:

…

b) Sob a forma de um bloco (AutoCAD) … cujo nome será o valor da classe de ruído (1 a 5) inserido no interior do respectivo polígono."

2 Principais fontes de ruído

As Directrizes MR APA, estabelecem o seguinte, na sua página 9:

Os mapas para articulação com o PDM devem incluir, pelo menos, as seguintes fontes, sem prejuízo de se poderem incluir outras em função da correspondente hierarquização de importância face à densidade e proximidade de receptores sensíveis:

- *as rodovias cujo tráfego médio diário anual (TMDA) ultrapasse 8 000 veículos;*
- *as ferrovias, incluindo as linhas da rede principal e complementar, o metropolitano de superfície, com 30 000 ou mais passagens de comboios por ano;*
- *todos os aeroportos e aeródromos;*
- *as fontes fixas abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição.*

De acordo com informação obtida junta da Câmara Municipal da Calheta, relativamente à lista anterior, o Concelho apenas possui vias de tráfego rodoviário e algumas fontes fixas, pelo que se especifica nos subcapítulos seguintes a análise das principais fontes de ruído apenas para estas duas tipologias.

A localização das fontes de ruído consideradas na modelação encontra-se nos Desenhos A (Apêndice A2).

2.1Tráfego rodoviário

Para determinação das principais vias de tráfego do Concelho da Calheta foi consultada a Estradas da Madeira, a qual informou o seguinte:

A rede viária regional tem duas classificações associadas, a saber:

1. *Estrutural (Artigo 1.º do DLR n.º 15/2005/M, de 9 de Agosto):*
    a. *Rede regional Principal – estradas com numeração iniciada em 101.*
    b. *Rede regional Complementar – estradas com numeração iniciada em 201 e 101-1.*
2. *Funcional (Artigo 4.º do DLR n.º 15/2005/M, de 9 de Agosto)*
    a. *Vias Rápidas [VR]*
    b. *Vias Expresso [VE]*
    c. *Vias Regulares.*

O Concelho da Calheta é abrangido pelas seguintes estradas regionais:

- *ER101/VE3 – Arco da Calheta/Ponta do Pargo;*
- *ER105 – Fonte do Bispo/Paúl da Serra;*
- *ER209 – Paúl da Serra;*
- *ER210 – Prazeres/Fonte do Bispo;*
- *ER211 – Calheta/Paúl da Serra;*
- *ER222 – Arco da Calheta/Fajã da Ovelha;*
- *ER223 - Fajã da Ovelha/Estreito da Calheta;*
- *ER224 – Calheta/Estrela da Calheta;*
- *ER225 – Arco da Calheta/ER222 (Arco da Calheta);*

Apresentam-se no Quadro 1, os dados de tráfego disponibilizados pela Estradas da Madeira, em termos de Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) do ano de 2007 (último recenseamento de tráfego).

Quadro 1 – Dados de TMDA das estradas regionais (Estradas da Madeira)

Class. Via	Local	TMD	% pesados
ER101/VE3	Arco da Calheta (emboquilhamento Este do Túnel do Arco)	5946	2,1%
ER101/VE3	Estreito da Calheta (antes do cruzamento)	3471	3,6%
ER101/VE3	Estreito da Calheta (após o cruzamento)	2601	4,0%
ER223	Estreito da Calheta (em direcção ao Jardim do Mar)	1966	2,7%
ER223	Estreito da Calheta (em direcção ao Estreito da Calheta)	751	7,8%
ER101/VE3	Prazeres (após a rotunda dos Prazeres)	2081	3,0%
ER223/VE7	Paúl do Mar (após o Túnel Jardim/Paúl do Mar)	1182	3,2%
ER101	Ponta do Pargo	1059	4,3%
ER 105	Porto Moniz	452	8,5%

Os valores do quadro anterior indiciam a inexistência de vias com TMDA superior a 8000, pelo que se decidiu modelar as principais vias de tráfego, de acordo com o trabalho de campo efectuado, as quais se descrevem em seguida.

2.1.1Dados de tráfego

De acordo com a informação obtida junto da Estradas da Madeira, de acordo com o trabalho de campo realizado e de acordo com as características de sazonalidade do concelho (ver capítulo 2.4), apresentam-se no Quadro 2 as vias modeladas e os dados de tráfego utilizados na modelação. As vias enunciadas encontram-se localizadas nos Desenhos A em Apêndice.

De referir que os dados de tráfego apresentados integram a informação administrativa disponibilizada pela Câmara Municipal da Calheta relativamente aos percursos e horários dos camiões de recolha de resíduos e dos transportes públicos da Rodoeste.

Quadro 2 – Dados de Tráfego Rodoviário modelados

Via	Período diurno (7h-20h)		Período do entardecer (20h-23h)		Período nocturno (23h-7h)		Velocidade média de circulação [km/h]	
	TMH	% Pesados	TMH	% Pesados	TMH	% Pesados	Ligeiros	Pesados
ER105	26	8,5	23	7	6	2	70	50
ER101-A	343	3,5	297	3	74	1	50	50
ER101-AR	343	3,5	297	3	75	1	40	40
ER101/VE3-B	338	4,0	270	3	64	1	90	80
ER101/VE3-BR	338	4,0	270	3	65	1	40	40
ER101/VE3-C	257	4,0	206	3	41	1	90	80
ER101/VE3-CR	257	4,0	206	3	42	1	40	40
ER101/VE3-D	181	5,0	145	4	50	1	90	80
ER101/VE3-E	159	5,0	127	4	32	1	90	80
ER101/VE3-ER	159	5,0	127	4	32	1	50	40
ER101-F	84	5,0	17	4	17	1	50	40
ER101-G	26	0,0	16	0	5	0	50	40
ER101-H	24	4,0	19	3	5	1	50	40
ER222-A1	110	2,0	88	2	22	0	70	60
ER222-A2	110	2,0	88	2	22	0	50	40
ER222-B1	149	1,0	119	1	30	0	70	60
ER222-B2	149	1,0	119	1	30	0	50	50
ER222-C	169	1,0	135	1	36	0	50	40
ER222-D1	119	2,0	95	2	28	0	70	60
ER222-D2	119	2,0	95	2	28	0	50	40
ER222-E1	61	3,0	49	2	28	1	70	60
ER222-E2	61	3,0	49	2	28	1	50	40
ER222-F1	61	8,0	49	6	12	2	70	60
ER222-F2	61	8,0	49	6	12	2	50	50
ER223-A	68	3,0	54	2	28	1	50	40
ER223-B1	94	2,0	75	2	26	0	70	60
ER223-B2	94	2,0	75	2	26	0	40	40
ER223-C1	27	0,0	22	0	5	0	50	50
ER223-C2	27	0,0	22	0	5	0	50	40
ER224-A1	97	2,0	78	2	24	0	70	60
ER224-A2	97	2,0	78	2	24	0	50	40
ER224-B1	67	1	53	0	14	0	50	40
ER224-B2	133	1,0	106	1	28	0	50	40
ER224-C	236	0,0	189	0	30	0	50	40
ER225	137	1,0	110	1	48	0	40	40
ROT1	181	5,0	145	4	50	1	40	40

2.1.2Dados de emissão sonora

As características específicas do tráfego rodoviário, nomeadamente a grande variação dos níveis de emissão sonora dos diferentes eventos singulares (passagem de um único veículo), face a uma grande variação do comportamento dos condutores (maior/menor velocidade, maior/menor aceleração) e face a uma grande variação das características dos veículos, fazem com que seja difícil efectuar *in situ* uma caracterização representativa da emissão sonora média dos veículos do mesmo tipo, razão pela qual é usual considerar a emissão sonora da base de dados do *software* (NMPB) e efectuar uma validação das previsões de L_{Aeq} para uma parametrização idêntica à registada *in situ*, e verificar se é necessária alguma correcção.

Os dados de emissão sonora das vias de tráfego rodoviário foram assim obtidos intrinsecamente pelo *software*, com base nos dados de tráfego estabelecidos no Quadro 2 e com base nos dados de emissão sonora intrínsecos da NMPB, tendo por base também as seguintes características com influência, de acordo com o estabelecido na Recomendação da Comissão, de 6 de Agosto de 2003, relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem como dados de emissões relacionados:

- Fluxo de tráfego:
    - Dados os reduzidos volumes de tráfego em causa, todas as vias foram modeladas considerando um Fluxo Fluido Contínuo.
- Tipo de pavimento:
    - Asfalto liso (betão ou mástique) em todas as vias, uma vez que não foram encontradas irregularidades e ou outro tipo de pavimento (por exemplo calçada) que justificassem a utilização de um outro tipo de pavimento na modelação.

- Perfil longitudinal:
    - Dada a acentuada orografia do local, todas as vias foram modeladas considerando um declive superior a 2%, com excepção da Avenida D. Manuel (junto à Marina).

2.2Fontes fixas

De acordo com a informação obtida junto da Câmara Municipal da Calheta, o concelho não possui fontes fixas enquadráveis no procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), o que foi confirmado no seguinte endereço electrónico da Agência Portuguesa do Ambiente, tendo sido seleccionado, nesse endereço, o concelho da Calheta, e verificada a inexistência de qualquer processo de AIA:

- http://www2.apambiente.pt/IPAMB_DPP/historico/pesq_tipo.asp

Nestas circunstâncias foi questionada a Câmara Municipal da Calheta sobre a existência de outras fontes fixas relevantes no concelho, tendo sido referido apenas o Aterro Municipal da Calheta-Prazeres.

Assim, procurou-se identificar no trabalho de campo outras fontes de ruído julgadas relevantes, tendo sido seleccionadas para modelação as seguintes fontes que se localizam nos Desenhos A em Apêndice.

- Central de Betão (Soares da Costa)
- Serração Alves, Sousa e Cunha, Lda – localizada na periferia do Parque Industrial da Calheta.
- Centro de Maricultura da Calheta.
- Serração e Carpintaria da Calheta – localizada no Arco da Calheta.
- Central Eléctrica 1 (Central Hidroeléctrica da Calheta).

- Central Eléctrica 2 (Central Hidroeléctrica da Calheta de Inverno).
- Marina da Calheta (barcos).
- Marina da Calheta (bares).
- Aterro da Calheta-Prazeres.

Foram também identificadas as seguintes fontes fixas que dadas as características de emissão sonora reduzida observadas – em termos médios, pois em alguns casos ocorria esporadicamente valores de emissão sonora maiores, mas que se diluíam significativamente no tempo – se afigurou adequado não contemplar na modelação do presente Mapa de Ruído concelhio, nomeadamente:

- Parque Empresarial: Coordenadas Cartográficas* (CC): x=294964, y=3625387.
- Indústria de Mármores: CC: x=294919 m; y=3625028.
- Central Eléctrica (mini-hídrica) do Lombo do Brasil: CC: x=298556, y=3623852.

(*) – Porto Santo/UTM 70E-28N.

2.2.1Dados de emissão sonora

De acordo com a caracterização efectuada, tendo em conta as características de sazonalidade, e as recomendações do *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*, indicam-se no Quadro 3 as características de modelação utilizadas para as fontes fixas seleccionadas, as quais se localizam nos Desenhos A em Apêndice.

Quadro 3 – Características de emissão sonora das fontes fixas modeladas

Designação da fonte fixa modelada	Nível de Potência Sonora [dB(A)/m²]			Tipo de fonte e localização	Altura [m]
	Diurno (7h-20h)	Entardecer (20h-23h)	Nocturno (23h-7h)		
Central de Betão (Soares da Costa)	60	-	-	Fonte vertical em área localizada nos limites da Central	3

Designação da fonte fixa modelada	Nível de Potência Sonora [dB(A)/m²]			Tipo de fonte e localização	Altura [m]
	Diurno (7h-20h)	Entardecer (20h-23h)	Nocturno (23h-7h)		
Serração localizada próximo do Parque Industrial da Calheta	72	-	-	Fonte vertical em área localizada nos limites da Serração	3
Centro de Maricultura da Calheta	61	61	61	Fonte vertical em área localizada na envolvente dos tanques de estufa de Culturas Larvares	1,5
Serração da Calheta	75	-	-	Fonte vertical em área localizada nos limites da Serração	3
Central Eléctrica 1 (Fachadas Sul/Oeste – fechadas)	66	66	66	Fonte vertical em área localizada nas fachadas sul/oeste	4
Central Eléctrica 1 (Fachadas Norte/Este – abertas)	88	88	88	Fonte vertical em área localizada nas fachadas norte/este	4
Central Eléctrica 2 (Central Hidroeléctrica da Calheta de Inverno)	70	70	70	Fonte vertical em área localizada no limite da central	4
Marina da Calheta (barcos)	65	-	-	Fonte horizontal em área localizada no limite da marina	0.5
Marina da Calheta (bares)	65	69	63	Fonte vertical em área localizada na fachada sul dos bares	3
Aterro da Calheta-Prazeres	60	-	-	Fonte horizontal em área localizada no limite do aterro	0,5

2.3Trabalho de campo

O trabalho de campo para identificação e caracterização das principais fontes de ruído, realização das medições acústicas, contabilização do número de pisos dos edifícios, contagens de tráfego e obtenção de outras informações relevantes para o desenvolvimento do Mapa de Ruído, nomeadamente características de sazonalidade das fontes de ruído identificadas, foi efectuado nos seguintes dias:

- 17 a 28 de Novembro de 2008, e de 13 a 17 de Abril de 2009.

2.4Sazonalidade

Os dados de emissão sonora explicitados para as principais fontes de ruído identificadas tiveram em conta as características de sazonalidade, de forma a que o Mapa de Ruído seja representativo de um período de 1 ano, conforme se esclarece em seguida:

- Vias de tráfego rodoviário:
    - Os dados de tráfego contabilizados *in situ* são representativos do período de inverno. Para obtenção do tráfego médio anual foi considerada a seguinte relação, baseada na assunção de que o tráfego nos meses de verão (3 meses) é 3 vezes superior ao tráfego nos meses de inverno (9 meses):

      $TMH_{Anual} = (9xTMH_{Inverno} + 3x(3x\ TMH_{Inverno})) / 12 = 1.5xTMH_{Inverno}$

      Em termos de emissão sonora das vias, a relação de tráfego enunciada significa:

      $L_{Anual} \approx L_{Inverno} + 2\ dB$

- Fontes fixas:
    - De acordo com a informação obtida as seguintes fontes possuem uma emissão sonora semelhante ao longo de todo o ano pelo que a caracterização efectuada no período de inverno é representativa de 1 ano:
        - Central de Betão, Serração localizada próximo do Parque Industrial da Calheta, Centro de Maricultura da Calheta, Serração da Calheta, Central Eléctrica 1 e Aterro Municipal Calheta-Prazeres.
    - Para as restantes fontes foram consideradas as seguintes características de sazonalidade de acordo com a informação obtida:
        - Central Eléctrica 2 (metade do ano com a emissão sonora caracterizada e outra metade do ano com uma frequência de funcionamento metade da

caracterizada):

$L_{Anual} = 10\log((10^{(L_{Inverno}/10)}+10^{((L_{Inverno} - 3)/10)})/2) \approx L_{Inverno} - 1\ dB$

- Marina da Calheta (nos 3 meses de verão a actividade triplica relativamente ao caracterizado):

$L_{Anual} \approx 10\log((9x10^{(L_{Inverno}/10)}+3x10^{((L_{Inverno} + 5)/10)})/12) \approx L_{Inverno} + 2\ dB$

3 Medições acústicas

As medições acústicas realizadas tiveram 2 objectivos:

- Caracterização da emissão sonora das fontes fixas, tendo por base as seguintes normas:
    - ISO 3744 – *Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure: Engineering Method in an Essentially Free Field Over a Reflecting Plane*. 1994.
    - ISO 8297 – *Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment: Engineering Method*. 1994.
    - NP 4361-2 – *Atenuação* do *Som na sua Propagação ao Ar Livre: Método Geral de Cálculo*. 2001. (ISO 9613-2)
- Caracterização do Ruído Ambiente, tendo por base as seguintes normas:
    - NP 1730-1 – *Descrição do Ruído Ambiente: Grandezas Fundamentais e Procedimentos*. 1996.
    - NP 1730-2 – *Descrição do Ruído Ambiente: Recolha de Dados Relevantes para o Uso do Solo*. 1996.
    - NP 1730-3 – *Descrição do Ruído Ambiente: Aplicação aos Limites do Ruído*. 1996.
    - Instituto Português de Qualidade – *Critérios de acreditação transitórios relativos a representatividade das amostragens de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007*. Circular Clientes n.º 2/2007.

3.1Equipamentos

Os equipamentos utilizados nas medições acústicas consistiram em dois sonómetros integradores de Classe 1, devidamente homologados pelo IPQ, verificados (vd. fichas em apêndice) e calibrados, modelo SOLO (Solo Premium) e SOLO BLUE (Solo Master), ambos da marca 01dB, num Termoanemómetro (TFA) e num Termohigrómetro (ATECH) mediante os quais se caracterizaram os seguintes parâmetros:

- Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, L_{Aeq}.
- Temperatura do ar em graus Celsius.
- Velocidade do vento em metros por segundo.
- Humidade relativa do ar.

Foi utilizado também um suporte em altura de 4 metros e o cabo de extensão do sonómetro, para possibilitar a realização de medições contínuas durante 2 dias, conforme se ilustra na figura seguinte.



Figura 2 – Apontamento fotográfico do sistema de medição contínua

3.2Caracterização das fontes fixas

A caracterização das fontes fixas foi efectuada com vista a obter valores com influência exclusiva das fontes de ruído em causa e representativos das 4 direcções cartográficas (Norte, Sul, Este e Oeste), para se controlar eventuais características de directividade das fontes, pelo que se escolheram diversos pontos na sua envolvente, dentro das possibilidades de acesso ocorrentes no local. Os resultados das medições e os horários de funcionamento obtidos para cada fonte, conduziram aos resultados apresentados no Quadro 3. As características geométricas consideradas tiveram por base a observação realizada *in situ*. Para além das medições de caracterização exclusiva das fontes fixas, foram também efectuadas medições de Ruído Ambiente, junto a essas fontes, com vista à calibração do modelo, as quais se explicitam no capítulo seguinte.

3.3Caracterização do Ruído Ambiente

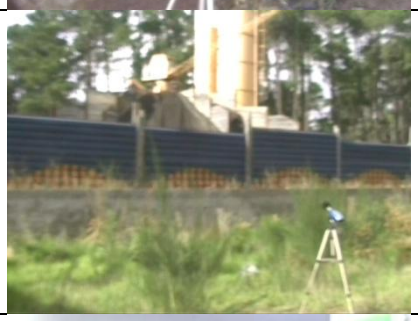
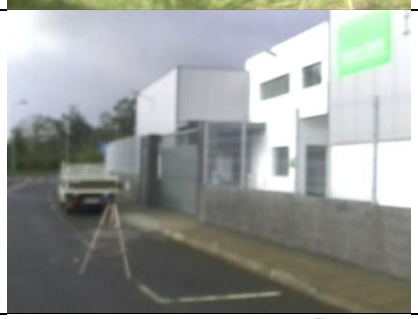
A caracterização do Ruído Ambiente, teve em vista a obtenção de valores representativos dos locais, para serem usadas na calibração e validação do modelo. Foram efectuadas medições junto a vias de tráfego e junto a fontes fixas, nos 22 Pontos de Medição que se localizam nos Desenhos A em Apêndice.

Os resultados médios obtidos para cada ponto, para os 3 períodos de referência, e em termos do valor dia-entardecer-noite, são apresentados no Quadro 4, acompanhados de descrição das principais fontes de ruído que influenciaram as medições e de apontamento fotográfico. Estes pontos de medição estão localizados nos Desenhos A em Apêndice.

Os valores apresentados foram arredondados à unidade, devido às incertezas próprias das medições *in situ*, e são representativos do período de inverno caracterizado.

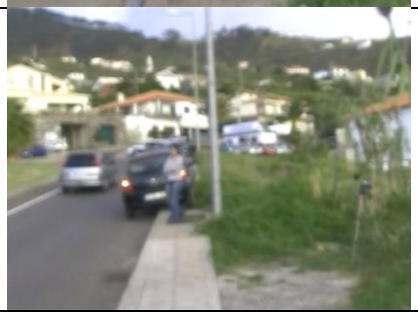
Quadro 4 – Resultados obtidos nos pontos de medição de Ruído Ambiente

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	L_d	L_e	L_n	L_{den}	Apontamento fotográfico
PM01	Descrição: Caracterização da ER101, próximo de habitações, na localidade de Serrado. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário na ER101, pessoas e obras.	58	55	52	60	
PM02	Descrição: Caracterização da ER101, junto ao cruzamento da Ponta do Pargo. Principais fontes de Ruído: Tráfego da ER101, tráfego local de Ponta do Pargo pessoas.	56	53	49	57	
PM03	Descrição: Caracterização da ER101 (Lugar de Lombadinha), próximo de habitações e Capela. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário na ER101 e água corrente.	55	52	48	56	
PM04	Descrição: Entroncamento da ER101 com a Rua das Eirinhas. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário da ER101 e tráfego esporádico da Rua das Eirinhas, e ruído de fundo de obras da construção da via VE3 – Ligação à Ponta do Pargo.	54	52	47	56	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	L_d	L_e	L_n	L_{den}	Apontamento fotográfico
PM05	Descrição: Paul do Mar - ER223, junto a habitações e Igreja. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário da ER223.	54	52	49	57	
PM06	Descrição: Aterro da Calheta (depósito de terras) – Prazeres (ER210). Principais fontes de Ruído: Movimento esporádico de máquinas e de veículos pesados afectos ao funcionamento do aterro e Natureza.	53	49	47	55	
PM07	Descrição: Estaleiro de produção de betão (Soares da Costa). Principais fontes de Ruído: equipamentos de produção de betão (funcionamento esporádico) e Natureza.	51	48	46	54	
PM08	Descrição: Parque Empresarial Calheta, com equipamentos instalados (sem emissão significativa de ruído). Principais fontes de Ruído: Ruído de fundo (natureza).	45	46	45	51	
PM09	Descrição: Serração de madeira (Alves, Sousa e Cunha, Lda), localizada na proximidade do Parque Empresarial da Calheta. Principais fontes de Ruído: Ruído de funcionamento da serração (máquinas e equipamentos).	61	54	49	60	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	L_d	L_e	L_n	L_{den}	Apontamento fotográfico
PM10	Descrição: Indústria de mármores, localizada no Caminho da Ribeira Funda, na proximidade do Parque Empresarial da Calheta. Principais fontes de Ruído: Ruído muito esporádico de funcionamento da indústria de mármores e sobretudo Natureza.	49	47	46	53	
PM11	Descrição. Medição contínua, localizado na localidade do Lombo da Igreja, na Rua das Furnas. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário da VE3, tráfego local da Rua das Furnas e natureza.	56	50	49	57	
PM12	Descrição: ER222, na proximidade do Centro da localidade de Centro de Saúde da Calheta. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário ER222 e das ruas adjacentes e pessoas.	61	58	54	62	
PM13	Descrição: Rotunda da Calheta - Ligação com o Túnel da Calheta, Túnel do Doutor, Estrela, Calheta, Estrela e Lombo do Doutor. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário intenso.	59	58	52	61	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	L_d	L_e	L_n	L_{den}	Apontamento fotográfico
PM14	Descrição: Centro de Maricultura da Calheta. Principais fontes de Ruído: Bombas dos Tanques e ruído do mar.	54	52	50	57	
PM15	Descrição: Central Hidroeléctrica da Calheta de Inverno, localizada na margem direita da Ribeira da Calheta, na Vila da Calheta. Esta central funciona de forma descontínua, e sobretudo no período de Inverno. Principais fontes de Ruído: Ruído de funcionamento do grupo gerador com turbina.	66	65	65	71	
PM16	Descrição: Avenida D. Manuel I (ER224), a Oeste da Marina da Calheta. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário na Avenida D. Manuel I, mar e pessoas.	61	60	54	63	
PM17	Descrição: Marina da Calheta. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário na ER224, ruído proveniente da marina (barcos em movimento e mar) pessoas.	58	61	54	62	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	L_d	L_e	L_n	L_{den}	Apontamento fotográfico
PM18	Descrição: Central Hidroeléctrica da Calheta, que é uma das principais fontes de produção de energia da ilha. Localizada de forma isolada junto à ribeira da Calheta, a cerca de quatro quilómetros a Nordeste da vila da Calheta. Principais fontes de Ruído: Ruído dos geradores da central.	81	81	81	87	
PM19	Descrição: Serração no Arco da Calheta, localizada na imediação da EN222, na proximidade da Lombada do Loreto. Principais fontes de Ruído: Ruído da laboração da serração, e do tráfego da EN222.	64	61	56	65	
PM20	Descrição: Caracterização da ER222, no Arco da Calheta. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário da ER222 e pessoas.	62	58	54	63	
PM21	Descrição: Rotunda localizada no Arco da Calheta. Ligação da ER224 (Rua Serra de Água - Calheta), à ER225 (Arco da Calheta) e à VE3/ER101. Principais fontes de Ruído: Tráfego rodoviário na ER224, ER225 e VE3/ER101.	62	61	56	64	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	L_d	L_e	L_n	L_{den}	Apontamento fotográfico
PM22	Descrição: Ponto localizado junto à via de acesso (condicionado) ao lugar de Rabaçal. Principais fontes de Ruído: Natureza, pessoas, vento, e tráfego rodoviário da ER105.	50	49	48	55	

As condições meteorológicas aquando da realização das medições foram as seguintes:

- Temperatura:
  - Dia: 10 a 18 ºC.
  - Entardecer: 9 a 15 ºC
  - Noite: 8 a 12 ºC.
- Humidade:
  - Dia: 54 a 67 %.
  - Entardecer: 60 a 72 %.
  - Noite: 64 a 75 %.
- Velocidade do Vento:
  - Dia, Entardecer e Noite: 0 a 4 m/s.

Apresentam-se no quadro seguinte, os valores médios energéticos, hora a hora, obtidos no ponto de medição PM11 (medição contínua).

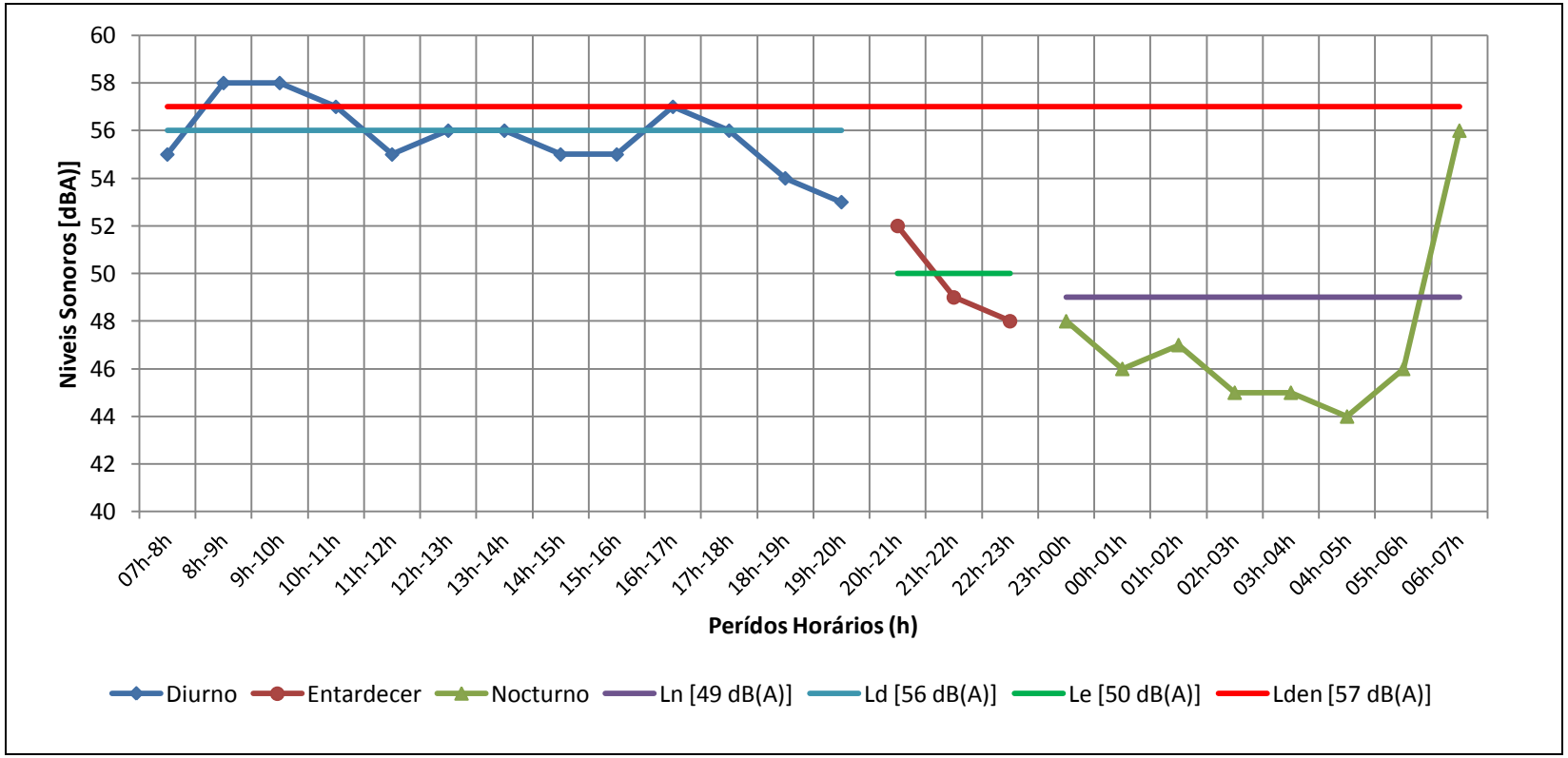


Figura 3 – Gráfico dos valores hora a hora no ponto de medição contínua

4 Modelo de simulação

4.1*Software* e métodos

Para elaboração dos Mapas de Ruído, foi utilizado o *software* Cadna A (Versão 3.71.125), desenvolvido pela Datakustik (www.datakustik.de).

Este *software* permite que, de forma rápida e eficaz, sejam determinados, mediante os métodos definidos pelo utilizador, todos os "caminhos sonoros" entre as diferentes fontes sonoras e os diferentes receptores, mesmo em zonas de orografia e/ou de obstáculos complexos, integrando, assim, os parâmetros com influência, nomeadamente a topografia, os obstáculos, o tipo de solo e as condições atmosféricas predominantes, e permitindo a análise individual dos níveis sonoros, mediante selecção de receptores específicos, ou a análise global, mediante a produção de mapas de ruído 2 D e 3D.

Os métodos utilizados no presente Estudo, tendo em conta as principais fontes de ruído identificadas foram:

- Fontes Fixas:
    - ISO 9613-2 (NP 4361, de 2000).
- Tráfego rodoviário:
    - NPMP (XP S 133, de 2001).

Os métodos referidos são os recomendados no Anexo II da Directiva 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.

4.2Modelo 3D

Para concretização do modelo acústico 3D, o *software* necessita que sejam introduzidos os dados cartográficos 3D, nomeadamente:

- Curvas de nível:
    - A Câmara Municipal da Calheta disponibilizou altimetria, com curvas de nível de 5 em 5 metros, o que cumpre cabalmente os requisitos mínimos estabelecidos das Directrizes MR APA, para articulação com o PDM, que se transcrevem:

      Escala de trabalho:

      Recomenda-se que a escala seja igual ou superior a:

      1:25 000, para articulação com PDM, salvo nos municípios definidos como aglomerações;

      1:5 000, ou outras que a regulamentação própria sobre cartografia venha a definir, para articulação com PU/PP;

      1:10 000, para mapas estratégicos de aglomerações e de GIT.

      Equidistância de curvas de nível:

      Em consequência da escala de trabalho adoptada, a equidistância de curvas de nível será:

      10 metros, para cartografia a 1:25 000;

      5 metros, para cartografia a 1:10 000;

      1 ou 2 metros, para cartografia a 1:5 000 ou superior.

- Edifícios:
    - A Câmara Municipal da Calheta disponibilizou a planimetria dos edifícios, sem altimetria, pelo que foi necessário contabilizar no trabalho de campo o número médio de pisos das diferentes zonas, conforme estabelecido nas Directrizes MR APA, e utilizar a função própria do Cadna A que permite colocar os edifícios a uma altura relativa acima do solo:

      Não se dispondo da altura dos edifícios, deverá ser efectuado trabalho de campo, por forma a ser assumido, para uma dada zona, um número médio de pisos. Para obtenção da altura média do edificado, esse número deverá ser multiplicado por 3 metros (altura média de um piso).

- Fontes de Ruído
    - Vias:
        - A Câmara Municipal da Calheta disponibilizou a planimetria das vias, mas não a sua altimetria, pelo que foi necessário controlar no trabalho de campo a existência de eventuais singularidades, nomeadamente viadutos, que inviabilizassem um ajuste automático das vias ao terreno 3D disponível (curvas de nível). Em todas as zonas em que não se observou tais singularidades, as vias foram ajustadas automaticamente ao terreno através de função própria do Cadna A.
    - Fontes Fixas:
        - As características geométricas das fontes fixas modeladas foram obtidas através da observação *in situ*, e a sua localização foi ajustada à cartografia disponível.

Apresentam-se nas figuras seguintes alguns aspectos 3D do modelo acústico criado no software Cadna A, de forma a ilustrar algumas das características referidas, nomeadamente:

a) Aspecto 3D de zona onde existem prédios com 4 pisos (Estrada da Calheta – Estrela).

b) Aspecto 3D de zona de viaduto (Viaduto na via ER101VE3-D).

c) Aspecto 3D de fontes fixas modeladas (Centro de Maricultura e Central eléctrica 2).

d) Aspecto 3D geral (Vista sul do Concelho).

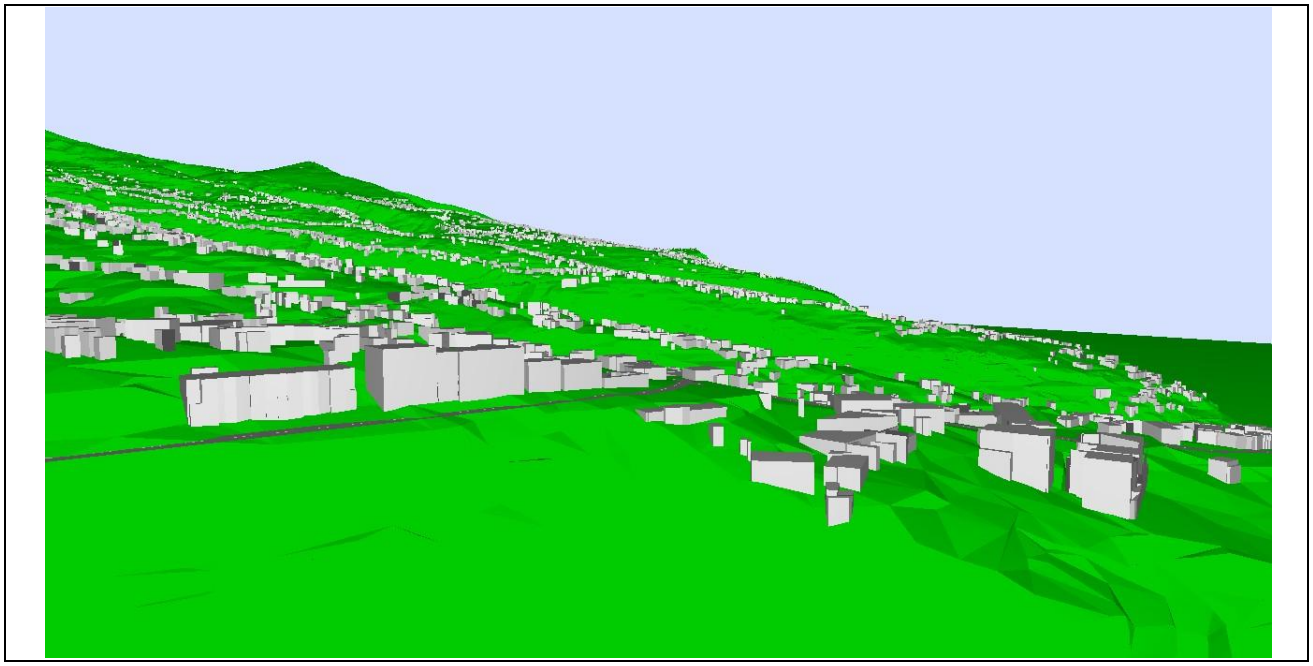


Figura 4 – Aspecto 3D de zona com edifícios de 2 a 4 pisos

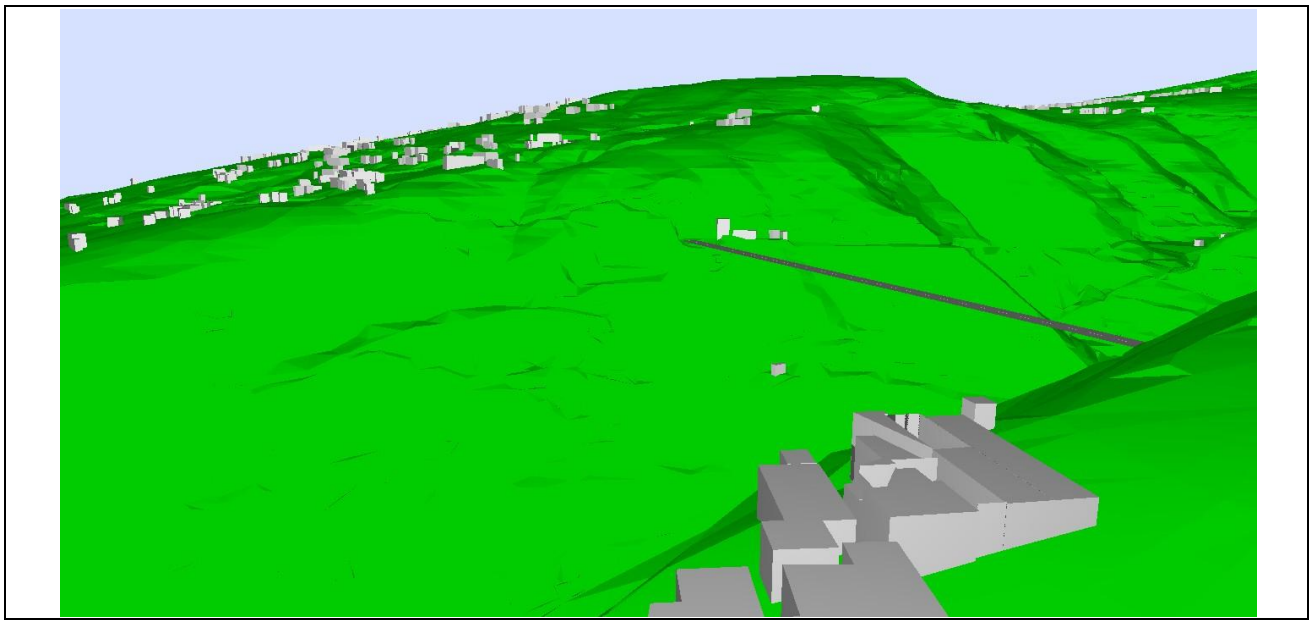


Figura 5 – Aspecto 3D de zona com viaduto

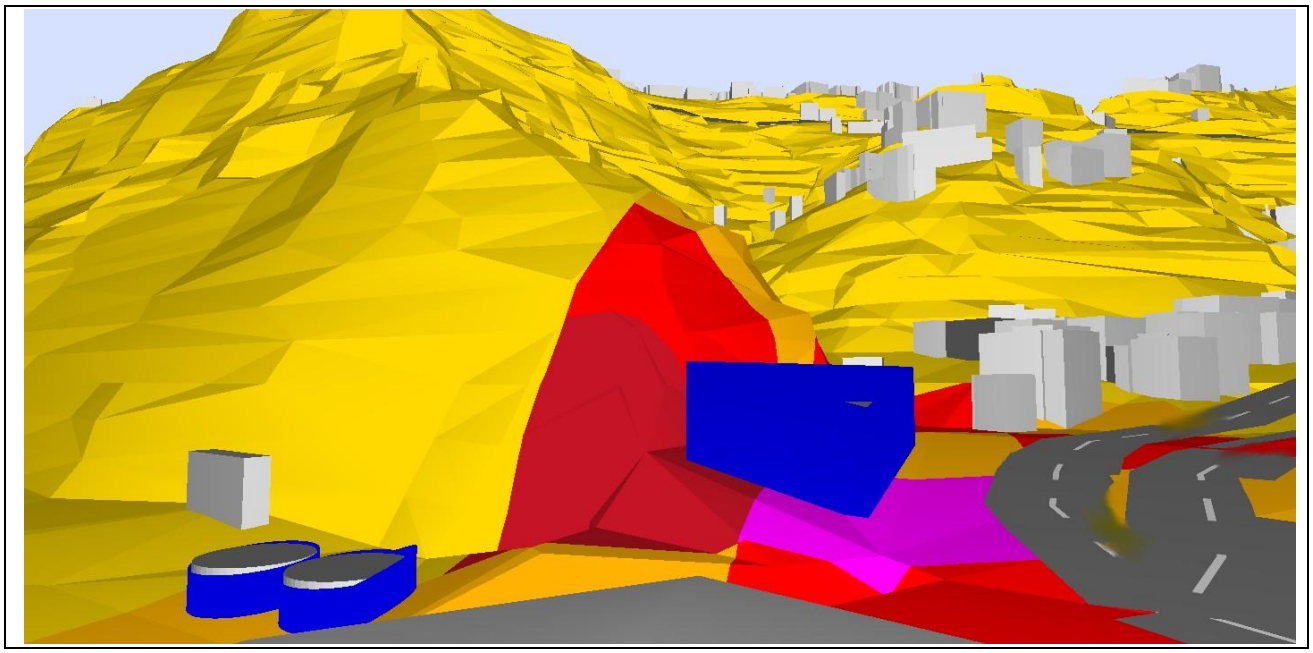


Figura 6 – Aspecto 3D de zona com fontes fixas modeladas

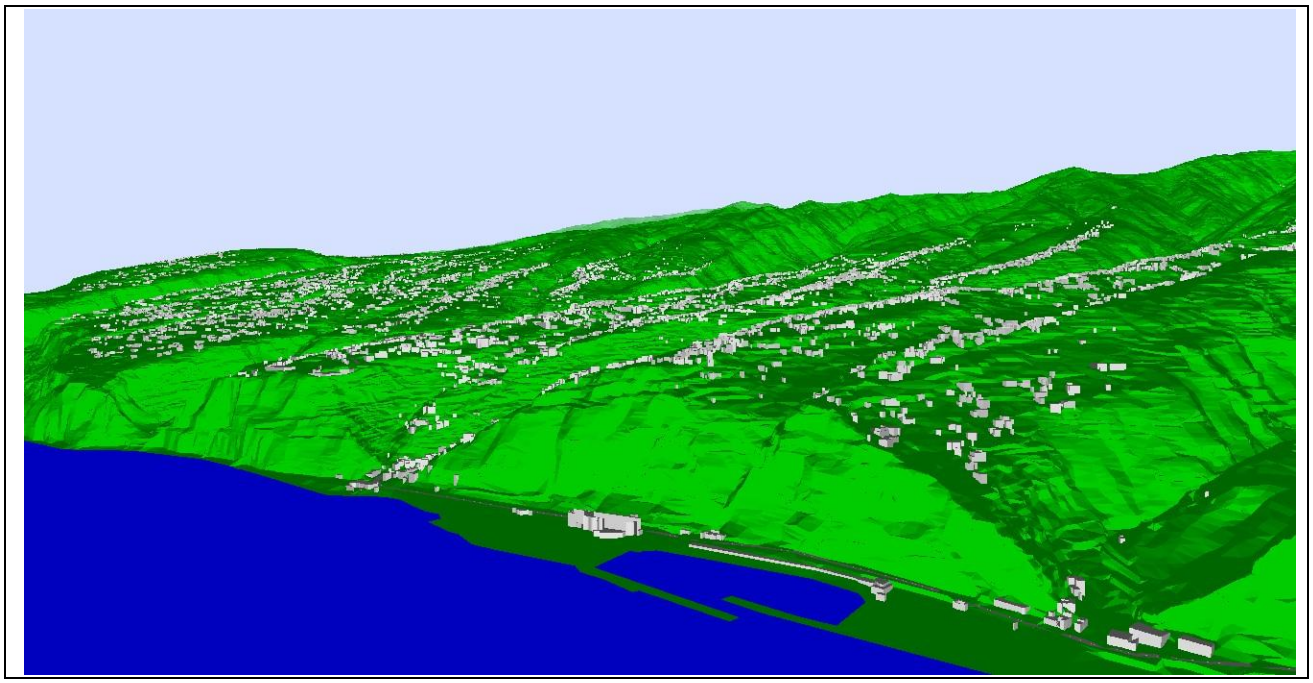


Figura 7 – Aspecto 3D geral (vista sul)

4.3Parâmetros de cálculo e de apresentação

Para simulação da propagação sonora, o *software* necessita que sejam introduzidos alguns dados complementares associados ao meio de propagação, ao algoritmo de cálculo e à forma de apresentação. De acordo com os dados específicos do presente Estudo e com a experiência adquirida em outros Estudos já desenvolvidos, e tendo por base as Directrizes MR APA, afigurou-se adequado efectuar as seguintes atribuições aos parâmetros de cálculo/apresentação:

- Condições atmosféricas:
    - Temperatura:
        - Média anual (valor utilizado nos Mapas de Ruído):
            - 20 ºC.
    - Humidade relativa:
        - Média anual (valor utilizado nos Mapas de Ruído):

- 70%.

- Ocorrência de condições favoráveis e desfavoráveis de propagação sonora (gradientes de temperatura e de vento):
  - Média anual (na ausência de dados específicos, considerou-se o preconizado no *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*, 2007):
    - 52 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direcções no período diurno.
    - 75 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direcções no período diurno.
    - 100% de ocorrência de condições favoráveis em todas as direcções no período nocturno.

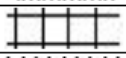
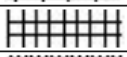
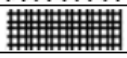
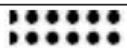
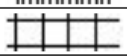
- Solo:
  - Dada a existência de alguma arborização e de algumas irregularidades do terreno, considerou-se um coeficiente de absorção sonora médio de:
    - $\alpha = 0.8$.

- Algoritmo de cálculo:
  - Erro máximo permitido: 0 dB;
  - Raio máximo de busca: 2000 metros;
  - Distância mínima fonte/receptor: 0 metros;
  - Modelo do Terreno: Triangulação;
  - Reflexões:
    - Raio de busca: 100 metros (fonte e receptor);

- Distância máxima fonte/receptor: 1000 metros
- Distância mínima receptor/reflector: 3 metros (para que seja contabilizado o som incidente em cada edifício e não o som reflectido, conforme preconizado no Anexo I da Directiva 2002/49/CE);
- Distância mínima fonte/reflector: 0.1 metros.

- Altura acima do solo das previsões:
  - Mapas de Ruído:
    - 4 metros acima do solo.
  - Validação do modelo
    - 1.5 metros acima do solo, em todos os pontos de medição com a excepção do PM11, onde foi realizada a medição contínua a 4 metros de altura acima do solo.
- Grelha dos Mapas de Ruído:
  - 20×20 metros.

- Apresentação:
  - Código de cores dos Mapas de Ruído (Directrizes MR 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

4.4Calibração e validação do modelo

Após a calibração do modelo, através da introdução dos dados de emissão sonora obtidos *in situ*, e da cartografia 3D do local, efectuou-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 cada ponto encontram-se no Quadro 5, e a localização dos pontos de medição encontra-se nos Desenhos A (Apêndice A2).

Quadro 5 – Comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos

Ponto de medição	Previsões				Medições				Desvios			
	L_d 7-20h	L_e 20-23h	L_n 23-7h	L_{den}	L_d 7-20h	L_e 20-23h	L_n 23-7h	L_{den}	L_d 7-20h	L_e 20-23h	L_n 23-7h	L_{den}
PM01	60	59	52	61	58	55	52	60	2	4	0	1
PM02	56	55	48	57	56	53	49	57	0	2	-1	0
PM03	55	53	48	57	55	52	48	56	0	1	0	1
PM04	53	51	47	55	54	52	47	56	-1	-1	0	-1
PM05	54	53	47	56	54	52	49	57	0	1	-2	-1
PM06	53	27	21	50	53	49	47	55	0	-22	-26	-5
PM07	50	36	31	48	51	48	46	54	-1	-12	-15	-6
PM08	33	31	29	36	45	46	45	51	-12	-15	-16	-15
PM09	62	55	52	62	61	54	49	60	1	1	3	2
PM10	41	40	37	44	49	47	46	53	-8	-7	-9	-9
PM11*	55	53	47	56	56	50	49	57	-1	3	-2	-1
PM12	60	59	54	62	61	58	54	62	-1	1	0	0
PM13	59	58	51	60	59	58	52	61	0	0	-1	-1
PM14	50	50	50	56	54	52	50	57	-4	-2	0	-1
PM15	65	65	65	71	66	65	65	71	-1	0	-1	0
PM16	61	60	54	63	61	60	54	63	0	0	0	0
PM17	57	60	54	62	58	61	54	62	-1	-1	0	0
PM18	81	81	81	87	81	81	81	87	0	0	0	0
PM19	64	63	57	66	64	61	56	65	0	2	1	1
PM20	61	60	54	63	62	58	54	63	-1	2	0	0
PM21	61	61	57	65	62	61	56	64	-1	0	1	1
PM22	47	47	40	49	50	49	48	55	-3	-2	-8	-6

* Ponto a 4 metros de altura.

Apresentam-se no gráfico seguinte os percentis dos desvios calculados no quadro anterior, onde é possível constatar que o percentil 50% (desvio mediano) assume um valor de 0 dB (para L_e, L_n e L_{den}) e -1 dB (para L_d), o que significa uma apropriada adequação do modelo à realidade.

Relativamente ao desvio máximo de 4 dB, ocorrente para o período do entardecer, considera-se que o mesmo se enquadra dentro do quadro de incertezas expectável para este tipo de modelação, acrescendo o factor positivo de em apenas 10 % dos casos o desvio máximo ser superior a 2 dB.

Relativamente aos desvios mínimos muito significativos de até -26 dB, os mesmos encontram justificação no facto de estarem associados a pontos (PM06, PM07, PM08, PM10 e PM22) e períodos, onde a fonte de ruído prevalecente é a Natureza, a qual está contemplada nas medições mas não está contemplada nas previsões.

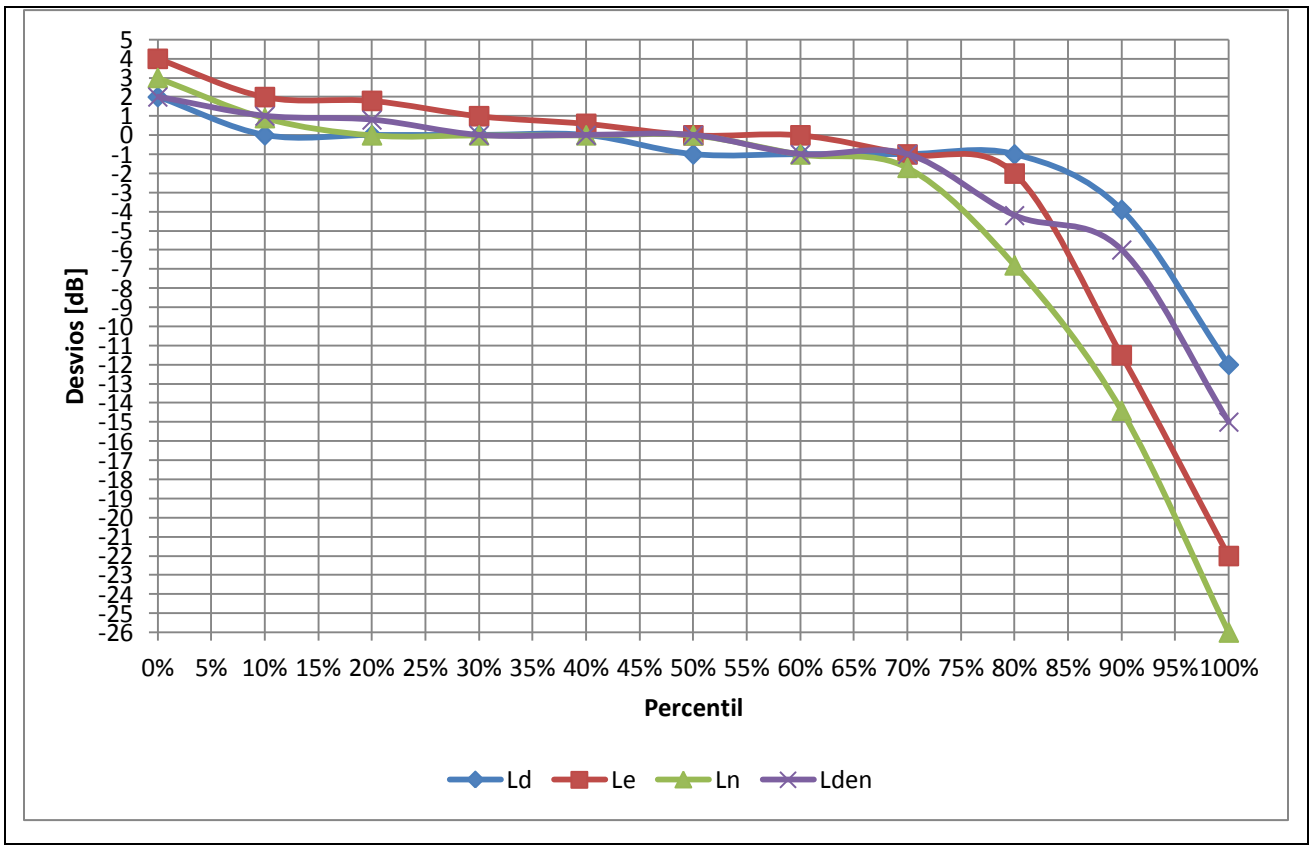


Figura 8 – Gráfico dos percentis dos desvios (validação do modelo)

Face aos resultados obtidos e às justificações encontradas, considera-se estar validado o modelo acústico 3D que será usado para elaboração do Mapa de Ruído do concelho da Calheta.

5 Mapas de Ruído

Apresentam-se, nos Desenhos B em Apêndice, os Mapas de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, e nos Desenhos C para o parâmetro L_{night}, tendo por base o modelo 3D criado e os parâmetros de cálculo (valores médios anuais) e de apresentação explicitados anteriormente, no que concerne a:

- Tráfego rodoviário.
- Fontes fixas.
- Condições atmosféricas.
- Absorção sonora do solo.
- Algoritmo de cálculo.
- Código de cores.

6 Mapas de Conflitos

Apresentam-se nos Desenhos D e E em Apêndice, os Mapas de Conflitos, respectivamente para Zona Sensível (L_{den} e L_{night}) e Zona Mista (L_{den} e L_{night}), localizando-se, para além dos edifícios gerais, correspondentes na sua maioria a habitações, e dos limites das freguesias, os seguintes usos particulares, constantes nos dados cartográficos disponibilizados:

- Escolas.
- Igrejas.
- Cemitérios,
- Centros de Saúde.
- Câmara Municipal.
- Jardim de Infância.
- Zona de repouso e silêncio.

Entende-se por Mapa de Conflitos, um mapa de cores que representa apenas as zonas onde os limites legais são ultrapassados (Artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro):

"1 – Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limites de exposição:

a) As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB (A), expresso pelo indicador L_{den}, e superior a 55 dB (A), expresso pelo indicador L_{night}.

b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB (A), expresso pelo indicador L_{den}, e superior a 45 dB (A), expresso pelo indicador L_{night}."

6.1Análise

Faz-se notar que a análise seguinte tem por base os Mapas de Conflitos realizados com uma malha de cálculo de 20x20 metros, o que comporta incertezas não negligenciáveis, pelo que a mesma deverá ser encarada como uma perspectiva macroscópica de incidências de conflitos, e não como uma perspectiva pormenorizada de conflitos conducente obrigatoriamente a planos de redução de ruído nos locais em causa. Esta análise carece assim, no sentido de um maior rigor e de uma definição eficaz da necessidade de planos de redução de ruído, de uma abordagem mais pormenorizada, a ser realizada no âmbito, por exemplo, de Planos de Urbanização ou de Pormenor, ou de Plano Municipal de Redução de Ruído, direccionados com base na análise aqui efectuada.

6.1.1Zonas Mistas

A análise dos Mapas de Conflitos permite verificar que no caso de uma classificação virtual de todo o concelho como Zona Mista, ocorrem incompatibilidades ligeiras apenas na imediata envolvente das seguintes fontes de ruído modeladas, afectando os seguintes Receptores Sensíveis:

- Vias:
    - ER 101-VE3:
        - Receptores Sensíveis afectados:
            - Edifícios habitacionais na envolvente imediata desta via, nas seguintes freguesias:
                - Fajã da Ovelha.
                - Prazeres.

- Estreito da Calheta.
- Calheta
- Arco da Calheta.

- Receptores Sensíveis Particulares:
  - Não se identificaram quaisquer Receptores Sensíveis particulares afectados.

- ER 101:
  - Edifícios habitacionais na envolvente imediata desta via, nas seguintes freguesias:
    - Arco da Calheta.
  - Receptores Sensíveis Particulares:
    - Não se identificaram quaisquer Receptores Sensíveis particulares afectados.

- ER 222:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente imediata desta via, nas seguintes freguesias:
      - Prazeres.
      - Estreito da Calheta.
      - Calheta.
      - Arco da Calheta.
    - Receptores Sensíveis Particulares:
      - N. Sr.ª da Graça (Estreiro da Calheta).

- Centro de Saúde (Calheta).
- Cemitério (Calheta).

- ER 223:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente imediata desta via, nas seguintes freguesias:
      - Estreito da Calheta.
    - Receptores Sensíveis Particulares:
      - Escola do 1.º Ciclo (Estreito da Calheta).
      - Centro de Saúde (Estreito da Calheta).
- ER 224:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente imediata desta via, nas seguintes freguesias:
      - Calheta.
      - Arco da Calheta.
    - Receptores Sensíveis Particulares:
      - Escola Primária Dr. R. L. Onteiro (Calheta).
      - Casa das Mudas (Calheta).
- ER 225:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente imediata desta via, nas

seguintes freguesias:

- Arco da Calheta.

- Receptores Sensíveis Particulares:
  - Não se identificaram quaisquer Receptores Sensíveis particulares afectados.

- Fontes fixas:
  - Central Eléctrica 2:
    - Edifícios habitacionais na envolvente.
  - Marina.
    - Zona da marina.

6.1.2Zonas Sensíveis

A análise dos Mapas de Conflitos permite verificar que no caso de uma classificação virtual de todo o concelho como Zona Sensível, ocorrem incompatibilidades, de forma mais extensa, na envolvente das seguintes fontes de ruído modeladas, afectando os seguintes Receptores Sensíveis:

- Vias:
  - ER 101 VE3:
    - Receptores Sensíveis afectados:
      - Edifícios habitacionais na envolvente desta via, nas seguintes freguesias:
        - Fajã da Ovelha.
        - Prazeres.

- Estreito da Calheta.
- Calheta
- Arco da Calheta.

- Receptores Sensíveis Particulares:
  - Não se identificaram quaisquer Receptores Sensíveis particulares afectados.

- ER 101:
  - Edifícios habitacionais na envolvente desta via, nas seguintes freguesias:
    - Ponta do Pargo.
    - Fajã da Ovelha.
    - Arco da Calheta.
  - Receptores Sensíveis Particulares:
    - Cemitério (Ponta do Pargo).
    - Escola Básica do 1.º Ciclo (Ponta do Pargo).
    - Centro de Saúde (Ponta do Pargo).
    - Sr.ª da Boa Viagem (Ponta do Pargo).
    - Igreja (Fajã da Ovelha).
    - Centro de Saúde (Fajã da Ovelha).

- ER 222:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente desta via, nas seguintes

freguesias:

- Fajã da Ovelha.
- Prazeres.
- Estreito da Calheta.
- Calheta.
- Arco da Calheta.

- Receptores Sensíveis Particulares:
  - N. Sr.ª da Graça (Estreiro da Calheta).
  - Centro de Saúde (Calheta).
  - Cemitério (Calheta).
  - Prof. Francisco Manuel Santana Barreto (Fajã da Ovelha).
  - N. Sr.ª do Loreto (Arco da Calheta).

- ER 223:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente desta via, nas seguintes freguesias:
      - Fajã da Ovelha
      - Paúl do Mar.
      - Prazeres.
      - Estreito da Calheta.
    - Receptores Sensíveis Particulares:
      - Escola do 1.º Ciclo (Estreito da Calheta).

- Centro de Saúde (Estreito da Calheta).
- São João Baptista (Fajã da Ovelha).
- Cemitério (Fajã da Ovelha).
- Santo Amaro (Paúl do Mar).

- ER 224:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente desta via, nas seguintes freguesias:
      - Calheta.
      - Arco da Calheta.
    - Receptores Sensíveis Particulares:
      - Escola Primária Dr. R. L. Onteiro (Calheta).
      - Casa das Mudas (Calheta).
      - Escola (Calheta).
      - Matriz do Espírito Santo (Calheta).
      - Câmara Municipal.
- ER 225:
  - Receptores Sensíveis afectados:
    - Edifícios habitacionais na envolvente desta via, nas seguintes freguesias:
      - Arco da Calheta.
    - Receptores Sensíveis Particulares:

- Não se identificaram quaisquer Receptores Sensíveis particulares afectados.

- Fontes fixas:
  - Central Eléctrica 2:
    - Edifícios habitacionais na envolvente.
  - Marina.
    - Zona da marina.
  - Serração Parque Industrial:
    - Edifícios habitacionais na envolvente.

7 Classificação Acústica

De acordo com o estabelecido no n.º 2 do Artigo 6.º do Regulamento Geral do Ruído (RGR), que se transcreve, é da competência da Câmara Municipal a efectivação da classificação acústica do concelho:

"*2 – Compete aos municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.*"

Esta classificação deve ter por base as definições constantes no Artigo 3.º do RGR:

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

x) «Zona sensível» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno;"

Nestas circunstâncias, a classificação acústica de um local, deve ter em conta não só princípios acústicos, mas todos aqueles que influenciam a sua vocação.

Pese embora o referido, afigura-se adequado apresentar um resumo das recomendações internacionais relativas à limitação de Ruído Ambiente exterior, constante nos seguintes documentos:

- OMS 1:
    - World Health Organization – *Guidelines for Community Noise*. 1999.

- OMS 2:
    - World Health Organization – *Night Noise Guidelines (NNGL) for Europe*. 2007.
- CE:
    - European Commission – Research Directorate-General – *Research for a Quieter Europe 2020.* 2007.

Afigura-se que esta informação acústica, julgada relevante, deverá ser tida em conta, de forma ponderada, na classificação acústica oficial do Concelho da Calheta.

Quadro 6 – Perspectivas internacionais de limitação do Ruído Ambiente exterior

Tipo de Uso/efeito/objectivo	Limite ideal para o Ruído Ambiente exterior	Documento de referência
Zonas de estar no exterior	50 dB(A)	OMS 1
Exterior de zonas de dormir	45 dB(A)	OMS 1
Exterior de zonas escolares	55 dB(A)	OMS 1
Sono de Qualidade	Ln = 42 dB(A)	OMS 2
Hipertensão	Ln = 50 dB(A)	OMS 2
Enfarte do miocárdio	Ln = 50 dB(A)	OMS 2
Desordens psíquicas	Ln = 60 dB(A)	OMS 2
Objectivo mínimo Europeu até 2020	Lden = 65 dB(A) Ln = 55 dB(A)	CE
Objectivo mediano Europeu até 2020	Lden = 55 dB(A) Ln = 45 dB(A)	CE
Objectivo óptimo Europeu até 2020	Lden = 50 dB(A) Ln = 40 dB(A)	CE

Considera-se ser de referir que uma eventual adopção imponderada dos valores limite ideais implicará, em grande medida, uma classificação de todos os Receptores Sensíveis como Zona Sensível, o que poderá tornar incomportáveis as Medidas de Redução de Ruído assim necessárias, tendo em conta os Mapas de Conflitos apresentados anteriormente.

Nestas circunstâncias, deverá a classificação acústica oficial verificar um compromisso adequado, no quadro das perspectivas de evolução do concelho, entre a viabilidade económica de uma classificação acústica menos exigente e os benefícios efectivos para a população de uma classificação acústica mais exigente que permita conduzir, o mais cedo possível, à efectiva

concretização do desiderato da Comissão Europeia de, até 2020, não existir qualquer cidadão europeu exposto a níveis sonoros que possam ser nocivos para a sua saúde.

Mais se refere que a classificação acústica a efectuar pelo Município da Calheta deverá incidir apenas sobre os Receptores Sensíveis, actuais e futuros, e não sobre toda a área do concelho.

8 Conclusões

O presente Estudo, elaborado por recurso às técnicas mais eficazes actualmente disponíveis, resultou na concretização do Mapa de Ruído Concelhio da Calheta, o qual corresponde assim a uma ferramenta geográfica de índole acústica, devidamente validada, que pode e deve ser utilizada na disciplina territorial do concelho da Calheta, na estreita medida da aplicabilidade e dimensão da escala de trabalho deste Mapa de Ruído.

Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 2).* 2008.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 2)*. 2008.
- 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.
- Instituto do Ambiente – *Projecto-piloto de Demonstração de Mapas de Ruído - Escalas Municipal e Urbana*. 2004.
- Instituto Português de Qualidade – *Critérios de acreditação transitórios relativos a representatividade das amostragens de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007*. Circular Clientes n.º 2/2007.
- ISO 3744 – *Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure: Engineering Method in an Essentially Free Field Over a Reflecting Plane*. 1994.

- ISO 8297 – *Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment: Engineering Method*. 1994.
- 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 1730-1 – *Descrição do Ruído Ambiente: Grandezas Fundamentais e Procedimentos*. 1996.
- NP 1730-2 – *Descrição do Ruído Ambiente: Recolha de Dados Relevantes para o Uso do Solo*. 1996.
- NP 1730-3 – *Descrição do Ruído Ambiente: Aplicação aos Limites do Ruído*. 1996.
- NP 4361-2 – *Atenuação* do *Som na sua Propagação ao Ar Livre: Método Geral de Cálculo*. 2001.
- 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; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *Em Busca dos Melhores Limites de Ruído Ambiente*. Coimbra, Acústica 2008.
- Rosão, Vitor; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *A Especial Sensibilidade das Escolas ao Ruído Ambiente Exterior*. Coimbra, Acústica 2008.

- World Health Organization – *Guidelines for Community Noise*. 1999.
- World Health Organization – *Night Noise Guidelines (NNGL) for Europe*. 2007.
- 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. Ficha de calibração dE equipamentos

A2. Fontes de ruído modeladas

A3. Mapas de ruído L_{den}

A4. Mapas de Ruído L_{night}

A5. Mapas de Conflitos L_{den} (Zona Sensível)

A6. Mapas de Conflitos L_{night} (Zona Sensível)

A7. Mapas de Conflitos L_{den} (Zona Mista)

A8. Mapas de Conflitos L_{night} (Zona Mista)

A9. Lista dos Ficheiros

A1. FICHA DE CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A1.1.Ficha de Verificação do Sonómetro SOLO



Signature valid
Digitally signed by LabMetro Online
Date: 2008.02.01 21:16:42 +00:00
Reason: Documento aprovado electronicamente

Laboratório de Metrologia

BOLETIM DE VERIFICAÇÃO

NÚMERO 245.70 / 08.061

PÁGINA 1 de 2

ENTIDADE:

Nome	Schiu - Engenharia de Vibração e Ruído, Unipessoal, Lda.
Endereço	Rua de Faro, Bloco B, 2º Frente - Estoi - 8005-463 Faro

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO:

Desp. Aprov. Modelo n.º	245.70.04.3.56	
Sonómetro	Marca / Modelo / Nº de série	01 dB / Solo Premium / 11583
Microfone	Marca / Modelo / Nº de série	01 dB / MCE 212 / 59621
Pré-amplificador	Marca / Modelo / Nº de série	01 dB / PRE 21 S / 12164
Calibrador	Marca / Modelo / Nº de série	Rion / NC-74 / 35051957

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS:

Classe	1

OPERAÇÃO EFECTUADA:

Tipo / Data	Verificação Periódica / 01/02/2008
Rastreabilidade	Tensão contínua e alternada - NMI (Holanda) Frequência - IPQ (Portugal) Nível de pressão sonora - Danak (Dinamarca)
Documentos de referência	Portaria 1069/89 de 13 de Dezembro de 1989 Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 01 tendo por base os documentos de referência Norma OIML R 88 IEC 60804 e IEC 60651.
Condições ambientais	Temp.: 21,8 ºC Hum. Rel.: 46,7 % Pressão atmosf.: 100,5 kPa
RESULTADO	**Em conformidade com os valores regulamentares** **O Valor do erro de cada uma das medições efectuadas são inferiores aos valores dos erros máximos admissíveis para a classe do equipamento de medição**

Local / Data

Oeiras, 1 de Fevereiro de 2008

Verificado por

Luís Silva

Validado por

José Medina

O presente Boletim de Verificação só pode ser reproduzido no seu todo e apenas se refere ao(s) item(s) ensaiado(s).
O equipamento é selado como consta no Despacho de aprovação de modelo respectivo.
A operação de controlo metrológico efectuada é evidenciada apenas pela aposição no instrumento do símbolo respectivo como consta dos anexos da Portaria n.º 962/90 de 9 de Setembro

DM/065.1/07

Esta documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

instituto de soldadura e qualidade

labmetro@isq.pt www.isq.pt

Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02

Porto: Rua do Mirante, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels.: +351 227 471 958/60 • Fax: +351 227 455 778

Assinatura válida

Digitally signed by LabMetro Online
Date: 2008.10.29 23:03:53 +00:00
Reason: Documento aprovado electronicamente

Laboratório de Metrologia

BOLETIM DE VERIFICAÇÃO

NÚMERO 245.70 / 08.667

PÁGINA 1 de 2

ENTIDADE:

Nome	Schiu - Engenharia de Vibração e Ruído, Unipessoal, Lda.
Endereço	Rua de Faro, Bloco B, 2º Frente - Estoi - 8005-463 Faro

INSTRUMENTO DE MEDIÇAO:

Desp. Aprov. Modelo n.º	245.70.04.3.55	
Sonómetro	Marca / Modelo / Nº de série	01 dB / Solo Master / 61134
Microfone	Marca / Modelo / Nº de série	01 dB / MCE 212 / 92411
Pré-amplificador	Marca / Modelo / Nº de série	01 dB / PRE 21 S / 14299
Calibrador	Marca / Modelo / Nº de série	Rion / NC-74 / 34683822

CARACTERISTICAS METROLOGICAS:

Classe	1

OPERAÇAO EFECTUADA:

Tipo / Data	Primeira Verificação / 29/10/2008
Rastreabilidade	Tensão contínua e alternada - NMI (Holanda) Frequência - IPQ (Portugal) Nível de pressão sonora - Danak (Dinamarca)
Documentos de referência	Portaria 1069/89 de 13 de Dezembro de 1989 Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 01 tendo por base os documentos de referência Norma OIML R 88 IEC 60804 e IEC 60651.
Condições ambientais	Temp.: 23,8 ºC Hum. Rel.: 54,1 % Pressão atmosf.: 100,2 kPa
RESULTADO	**Em conformidade com os valores regulamentares** **O Valor do erro de cada uma das medições efectuadas são inferiores aos valores dos erros máximos admissíveis para a classe do equipamento de medição**

Este documento não pode ser reproduzido, exceto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

Local / Data	Verificado por	Validado por
Oeiras, 29 de Outubro de 2008	Luís Silva	Luís Ferreira

DM/265.1/07

O presente Boletim de Verificação só pode ser reproduzido no seu todo e apenas se refere ao(s) item(s) ensaiado(s).
O equipamento é selado como consta no Despacho de aprovação de modelo respectivo.
A operação de controlo metrológico efectuada é evidenciada apenas pela aposição no instrumento do símbolo respectivo como consta dos anexos da Portaria n.º 962/90 de 9 de Setembro

instituto de soldadura e qualidade
labmetro@isq.pt www.isq.pt
Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax +351 21 422 81 02
Porto: Rua do Mineiro, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels.: +351 227 471 958/50 • Fax: +351 227 455 778

A1.3.Ficha de Verificação do Termohigrómetro

Assinatura válida

Digitally signed by LabMetro Online
Date: 2009.02.09 14:25:29 +00'00'
Reason: Documento aprovado electronicamente

Laboratório de Metrologia

IPAC acreditação M0046 Calibração

Certificado de Calibração

DATA: 2009.02.09 **CERTIFICADO Nº: CHUM** 258/09 **PÁGINA 1 DE 2**

Equipamento	**Termohigrómetro**			
	Marca: ---		Gama de medição:	---
	Modelo: 433 Mhz		Indicação:	Digital
	Nº ident.: **258/09**		Divisão(Temp.):	0,1ºC
	Nº série: ---		Divisão(Humidade):	1% hr
Cliente	**SCHIU ENGENHARIA DE VIBRAÇÃO E RUIDO UNIPESSOAL LDA** Rua de Faro, Bloco B 2º Frente - Estoi 8005-463 FARO			
Data de Calibração	**2009.02.05**			
Condições Ambientais	Temperatura:	21,8 ºC	Humidade relativa:	56,1 %
Procedimento	LABMETRO PO.M - DM / TEMP-04			

Rastreabilidade

Termómetro de resistência de platina padrão LT103-T, rastreado ao I.P.Q.
Medidor de ponto de orvalho LT038, rastreado ao I.N.T.A. (Espanha)
Termómetro de resistência de platina padrão LT038-T, rastreado ao I.P.Q.

Estado do Equipamento: O equipamento encontra-se em bom estado de conservação.

Resultados: Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=XX, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

O IPAC é signatário dos acordos de reconhecimento mútuo da EA para calibrações, ensaios, certificações e inspecções.
Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

Calibrado por

Bárbara Marques

Validado por

Januário da Torre

DM/064.1/07

instituto de soldadura e qualidade
labmetro@isq.pt www.isq.pt
Lisboa: Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels.: +351 21 422 90 34/81 86/90 20 • Fax: +351 21 422 81 02
Porto: Rua do Mineiro, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels.: +351 227 471 958/60 • Fax: +351 227 455 778

A1.4.Ficha de Verificação do Termoanemómetro

Assinatura válida

Digitally signed by LabMetro Online
Date: 2009.01.26 18:06:18 +00:00
Reason: Documento aprovado electronicamente

Laboratório de Metrologia

M0046 Calibração

Certificado de Calibração

Data: 26.01.2009 **Certificado N.º : CGAS58/09** **Página 1 de 2**

Empresa: **SCHIU ENGENHARIA DE VIBRAÇÃO E RUIDO UNIPESSOAL LDA**

Endereço: **Rua de Faro, Bloco B 2º Frente - Estoi**
8005-463 FARO

Equipamento Calibrado

APARELHO: ANEMÓMETRO
MARCA: TFA
MODELO: ---
Nº SÉRIE: ---

N.º ID.: O25
DIVISÃO : 0,02 m/s
GAMA DE MEDIÇÃO : 0 a 10 m/s
INDICAÇÃO: Digital

Condições Ambientais

TEMPERATURA: 20,1 º C
HUMIDADE: 55 %hr
PRESSÃO ATMOSFÉRICA: 1004 mbar
DENSIDADE DO AR: 1,18 ± 0,002 kg/m^3

LOCAL DO ENSAIO: LABMETRO **DATA DE CALIBRAÇÃO:** 26-01-2008

PROCEDIMENTO(S): PO.M - DM/GÁS 010

EQUIPAMENTO: Túnel de Vento com Sonda de Velocidade, N.º ID LG078, com certificado de calibração DKD N.º S4968.

RASTREABILIDADE: Physikalisch-Technische Bundesanstalt - PTB.

(As incertezas expandidas apresentadas foram estimadas de acordo com a metodologia do documento EA-4/02 para um intervalo de confiança de 95%, com um factor de expansão de k=2,0, excepto no(s) caso(s) assinalado(s)).

O IPAC é signatário dos acordos de reconhecimento mútuo da EA para calibrações, ensaios, certificações e inspecções. Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

Calibrado por
Rui Couto

Validado por
Rui Couto

DKD/04.LX07

instituto de soldadura e qualidade
labmetro@isq.pt www.isq.pt
Lisboa: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal
Tels: +351 21 422 9034/81 85/9020 • Fax: +351 21 422 81 02
Porto: Rua do Mineiro, 258 • 4415-491 Grijó • Portugal
Tels: +351 227 471 958/50 • Fax: +351 227 455 778

A2. FONTES DE RUÍDO MODELADAS

Desenho A1.1: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho A1.2: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho A1.3: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Norte)

Desenho A1.4: Localização das Principais Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:25 000; Parte Sul)

Desenho A2.1: Localização Pormenorizada das Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:10 000; PM01 a PM11)

Desenho A2.2: Localização Pormenorizada das Fontes de Ruído e dos Pontos de Medição *in situ* (1:10 000; PM12 a PM22)

A3. MAPAS DE RUÍDO L_{DEN}

Desenho B1: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho B2: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho B3: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Norte)

Desenho B4: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} (1:25 000; Parte Sul)

A4. MAPAS DE RUÍDO L_{NIGHT}

Desenho C1: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho C2: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho C3: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Norte)

Desenho C4: Mapa de Ruído a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night} (1:25 000; Parte Sul)

A5. MAPAS DE CONFLITOS L_{DEN} (ZONA SENSÍVEL)

Desenho D1.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho D1.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho D1.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den} , Zona Sensível (1:25 000; Parte Norte)

Desenho D1.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Sul)

A6. MAPAS DE CONFLITOS L_{NIGHT} (ZONA SENSÍVEL)

Desenho D2.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho D2.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho D2.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Norte)

Desenho D2.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Sensível (1:25 000; Parte Sul)

A7. MAPAS DE CONFLITOS L_{DEN} (ZONA MISTA)

Desenho E1.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Mista (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho E1.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Mista (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho E1.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Mista (1:25 000; Parte Norte)

Desenho E1.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{den}, Zona Mista (1:25 000; Parte Sul)

A8. MAPAS DE CONFLITOS L_{NIGHT} (ZONA MISTA)

Desenho E2.1: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Noroeste)

Desenho E2.2: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Oeste)

Desenho E2.3: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Norte)

Desenho E2.4: Mapa de Conflitos a 4 metros acima do solo, para o parâmetro L_{night}, Zona Mista (1:25 000; Parte Sul)

A9. LISTA DOS FICHEIROS

(8 páginas)

O presente Estudo é acompanhado de CD com os seguintes directórios/ficheiros:

- Relatorio
    - 2009-Adj016-VCR-R01V01.pdf
- Desenhos
    - DesA1
        - 2009-Adj016-Calheta-DesA1.1.dwg
        - 2009-Adj016-Calheta-DesA1.2.dwg
        - 2009-Adj016-Calheta-DesA1.3.dwg
        - 2009-Adj016-Calheta-DesA1.4.dwg
            - xref_2009-Adj016_Base.dwg
            - xref_CurvasNiveis.dwg
            - xref_edificios.dwg
            - xref_fontes.dwg
            - xref_limite.dwg
            - xref_PontosMedicao.dwg
            - xref_vias.dwg
            - Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
            - Legenda_A.dwg
            - A-Ext-Max.png
            - CM_Calheta.jpg

- DesA2

  - 2009-Adj016-Calheta-DesA2.1.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesA2.2.dwg
    - xref_2009-Adj016_Base.dwg
    - xref-Cartografia.dwg
    - 3_cinza.dwg
    - 6_cinza.dwg
    - 7_cinza.dwg
    - 8_cinza.dwg
    - 15_cinza.dwg
    - 16_cinza.dwg
    - 17_cinza.dwg
    - 18_cinza.dwg
    - 25_cinza.dwg
    - 26_cinza.dwg
    - 27_cinza.dwg
    - 28_cinza.dwg
    - 34_cinza.dwg
    - 35_cinza.dwg
    - 36_cinza.dwg
    - 37_cinza.dwg

- 46_cinza.dwg
- 47_cinza.dwg
- 56_cinza.dwg
- 0706_05k_009_cinza.dwg
- 0706_05k_010_cinza.dwg
- 0706_05k_011_cinza.dwg
- 0706_05k_019_cinza.dwg
- 0706_05k_020_cinza.dwg
- 0706_05k_021_cinza.dwg
- 0706_05k_022_cinza.dwg
- 0706_05k_030_cinza.dwg
- 0706_05k_031_cinza.dwg
- 0706_05k_032_cinza.dwg
- 0706_05k_033_cinza.dwg
- 0706_05k_041_cinza.dwg
- 0706_05k_042_cinza.dwg
- 0706_05k_043_cinza.dwg
- 0706_05k_054_cinza.dwg
- 0706_05k_055_cinza.dwg
- 0706_05k_056_cinza.dwg
- 0706_05k_068_cinza.dwg
- § 0706_05k_069_cinza.dwg

- xref_edificios.dwg
- xref_fontes.dwg
- xref_PontosMedicao.dwg
- xref_vias.dwg
- xref_limite.dwg
- Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
- Legenda_A.dwg
- A-Ext-Max.png
- CM_Calheta.jpg

o DesB

- 2009-Ad016-Calheta-DesenhoB1.dwg
- 2009-Ad016-Calheta-DesenhoB2.dwg
- 2009-Ad016-Calheta-DesenhoB3.dwg
- 2009-Ad016-Calheta-DesenhoB4.dwg
  - xref_2009-Adj016_Base.dwg
  - xref_edificios.dwg
  - xref_limite.dwg
  - xref_fontes.dwg
  - xref_vias.dwg
  - xref_2009Adj016-MapaLden.dwg
  - Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
  - Legenda_Isofonicas_Lden.dwg

- A-Ext-Max.png
- CM_Calheta.jpg

- DesC
  - 2009-Ad016-Calheta-DesenhoC1.dwg
  - 2009-Ad016-Calheta-DesenhoC2.dwg
  - 2009-Ad016-Calheta-DesenhoC3.dwg
  - 2009-Ad016-Calheta-DesenhoC4.dwg
    - xref_2009-Adj016_Base.dwg
    - xref_edificios.dwg
    - xref_limite.dwg
    - xref_fontes.dwg
    - xref_vias.dwg
    - xref_2009Adj016-MapaLn.dwg
    - Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
    - Legenda_Isofonicas_Ln.dwg
    - A-Ext-Max.png
    - CM_Calheta.jpg
- DesD1
  - 2009-Adj016-Calheta-DesD1.1.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesD1.2.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesD1.3.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesD1.4.dwg

- xref_2009-Adj016_Base.dwg
- xref_CurvasNiveis.dwg
- xref_edificios.dwg
- xref_limite.dwg
- xref_LimitesFreguesias.dwg
- xref_ReceptoresSensiveis.dwg
- xref_vias.dwg
- xref_Adj016-ZS-Lden.dwg
- Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
- Legenda_Isofonicas_Lden.dwg
- A-Ext-Max.png
- CM_Calheta.jpg

o DesD2

- 2009-Adj016-Calheta-DesD2.1.dwg
- 2009-Adj016-Calheta-DesD2.2.dwg
- 2009-Adj016-Calheta-DesD2.3.dwg
- 2009-Adj016-Calheta-DesD2.4.dwg
  - xref_2009-Adj016_Base.dwg
  - xref_CurvasNiveis.dwg
  - xref_edificios.dwg
  - xref_limite.dwg
  - xref_LimitesFreguesias.dwg

- xref_ReceptoresSensiveis.dwg
- xref_vias.dwg
- xref_Adj016-ZS-Ln.dwg
- Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
- Legenda_Isofonicas_Ln.dwg
- A-Ext-Max.png
- CM_Calheta.jpg

- DesE1
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE1.1.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE1.2.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE1.3.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE1.4.dwg
    - xref_2009-Adj016_Base.dwg
    - xref_CurvasNiveis.dwg
    - xref_edificios.dwg
    - xref_limite.dwg
    - xref_LimitesFreguesias.dwg
    - xref_ReceptoresSensiveis.dwg
    - xref_vias.dwg
    - xref_Adj016-ZM-Lden.dwg
    - Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
    - Legenda_Isofonicas_Lden.dwg

- A-Ext-Max.png
- CM_Calheta.jpg

- DesE2
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE2.1.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE2.2.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE2.3.dwg
  - 2009-Adj016-Calheta-DesE2.4.dwg
    - xref_2009-Adj016_Base.dwg
    - xref_CurvasNiveis.dwg
    - xref_edificios.dwg
    - xref_LimitesFreguesias.dwg
    - xref_limite.dwg
    - xref_ReceptoresSensiveis.dwg
    - xref_vias.dwg
    - xref_Adj016-ZM-Ln.dwg
    - Folha_A3_SCHIU-DAE.dwg
    - Legenda_Isofonicas_Ln.dwg
    - A-Ext-Max.png
    - CM_Calheta.jpg