

Mapa Estratégico de Ruído da SCUT dos Açores

**Aeroporto / São Gonçalo / Belém / Manguinha / Lagoa /
Remédios / Água de Pau (Poente)**

Lagoa / Adutora



Memória Descritiva

Referência do relatório: 0280.1/22DBW_MRIT338/22_REV02

Data do relatório: Setembro 2024

Nº. total de páginas (excluindo anexos): 54

Mod. 60-05.03

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício D – Taguspark, 2740-120 Porto Salvo | Tel: +351 214228197
PORTO (sede): Rua do Mirante 258, 4415-491 Grijó | Tel: +351 227471950
C.R.C. V. N. de Gaia - Cap. Social 187.500 Eur - Cont. n.º 513205993

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO E ÂMBITO DO TRABALHO	3
3. CONTEXTO LEGISLATIVO	4
3.1. DEFINIÇÕES	4
3.2. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES	6
3.3. REQUISITOS PARA OS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	6
3.4. PLANEAMENTO MUNICIPAL	8
3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	9
4. DESCRIÇÃO DO PROJETO	10
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA SCUT DOS AÇORES	10
4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO	10
4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO	11
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO	13
4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE	14
4.3. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR	17
5. METODOLOGIA	18
5.1. INTRODUÇÃO	18
5.2. INDICADORES DE RUÍDO	18
5.3. MÉTODOS DE CÁLCULO	18
5.3.1. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU	19
5.3.2. PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO	21
5.4. DADOS DE BASE	23
5.4.1. DADOS DE BASE CARTOGRÁFICOS	23
5.4.2. DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL	27
5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS	27
5.4.4. DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO	27
5.4.5. DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO	27
5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	29
5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS	29
5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS	31
5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	32
5.5.4. CÁLCULO DOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	42
5.5.5. IMPRESSÃO FINAL DOS MAPAS	43
6. RESULTADOS	44
6.1. INTRODUÇÃO	44
6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	44
6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS	44
6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA	47
7. CONCLUSÕES	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

- **ANEXO I – MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO (1:5000)**
- **ANEXO II – MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO EM FORMATO A3**

Mapa Estratégico de Ruído da SCUT dos Açores

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projeto	Mapa Estratégico de Ruído da SCUT dos Açores
Cliente	Euroscut Açores Sociedade Concessionária da Scut dos Açores, S.A
Morada	Rua Joaquim Marques, N. 35 9600-129 Rabo de Peixe
Localização do projeto	SCUT dos Açores entre Ponta Delgada e Lagoa
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário
Data dos trabalhos de campo	Entre 12 a 19 de maio de 2021, 1 e 8 de março de 2022 e 14 e 21 de abril de 2022
Data de emissão	Setembro 2024

Este relatório é uma revisão do relatório com a referência 0280.1/22DBW_MRIT338/22_REV01 emitido em Julho de 2022 e substitui-o integralmente.

Equipa Técnica

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Eletrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Diretor Técnico.
- Jorge Preto, Eng. do Território (IST), Pós-Graduação em SIG (Geopoint) – Técnico Superior.
- Tiago Amaral, Eng. Mecânico – Técnico Superior da Norma Açores.

1. INTRODUÇÃO

A SCUT dos Açores abrange 86 km de estradas que ligam as principais localidades na Ilha de São Miguel na Região Autónoma dos Açores. As diversas vias que fazem parte da concessão abriram completamente ao tráfego em 2011. No âmbito do presente Mapa Estratégico de Ruído apenas 7 desses sublanços, sendo que 6 fazem parte do Eixo Sul e 1 faz parte do Eixo Norte-Sul, são objeto de estudo.

Com a publicação do Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho que transpõe para a ordem jurídica regional 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, foram introduzidos novos indicadores, harmonizados a nível europeu, e também os conceitos de Mapas Estratégicos de Ruído (MER) e de Planos de Ação (PA), incidindo sobre as grandes aglomerações e as Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT). De acordo com este Decreto-lei compete às entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo elaborar e rever os MER e PA das grandes infraestruturas de transporte, respetivamente, rodoviário, ferroviário e aéreo.

Neste contexto, compete à Euroscut Açores Sociedade Concessionária da Scut dos Açores, S.A, proceder à elaboração dos MER para as infraestruturas rodoviárias sob sua concessão classificadas como grande infraestrutura de transporte rodoviário, ou seja, aquelas em que se verifiquem mais de 3 milhões de passagens, que devem ser alterados e reavaliados a cada 5 anos, como definido no Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho.

O presente estudo reporta-se à 4ª fase de implementação da referida Diretiva e incide apenas em alguns sublanços, com tráfego igual ou superior a 3 milhões de veículos por ano.

2. OBJETIVO E ÂMBITO DO TRABALHO

Em traços gerais, os objetivos dos MER são:

- Descrever a situação acústica existente em função de indicadores de ruído;
- Possibilitar a identificação da ultrapassagem de valores limite;
- Quantificar o número estimado de recetores sensíveis numa determinada zona que estão expostos a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- Quantificar o número estimado de pessoas localizadas numa zona exposta ao ruído;
- Quantificar a área exposta a valores específicos de um dado indicador de ruído.

O âmbito do trabalho descrito neste relatório consiste essencialmente na elaboração do Mapa Estratégico de Ruído para a SCUT dos Açores, abrangendo os seguintes sublanços detalhados:

- SCUT dos Açores – Sublanços Nó do Aeroporto / Nó de São Gonçalo / Nó de Belém / Nó da Manguinha / Nó de Lagoa / Nó dos Remédios / Nó de Água de Pau (Poente)
- SCUT dos Açores – Sublanço Nó de Lagoa / Nó da Aduadora

O MER foi elaborado em conformidade com o estipulado na legislação aplicável, designadamente:

- *Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A*, de 30 de junho (Regulamento Geral de Ruído e de Controlo da Poluição Sonora) que transpõe para a ordem jurídica regional a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho,

Foram ainda respeitadas as regras definidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), nomeadamente as definidas nos documentos:

- *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3*, publicadas pela APA em dezembro de 2011.
- *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 2*, publicadas pela APA em junho de 2008.
- *O novo quadro legal do ruído ambiente - Sessões destinadas às câmaras municipais, entidades fiscalizadoras, infraestruturas de transporte e atividades ruidosas permanentes*, emitido pela APA em abril de 2007.

Conforme indicado no DLR 23/2010/A, os Mapas Estratégicos de Ruído aqui apresentados são relativos ao ano civil de 2021.

3. CONTEXTO LEGISLATIVO

A legislação portuguesa aplicável à elaboração de Mapas Estratégicos de Ruído e respetivos Planos de Ação consiste no *Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A*, de 30 de Junho (Regulamento Geral de Ruído e de Controlo da Poluição Sonora).

3.1. DEFINIÇÕES

De seguida apresenta-se uma síntese das principais definições constantes da legislação aplicável à elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído elaborados neste estudo:

Grande infraestrutura de transporte rodoviário (GIT – DLR 23/2010/A): o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal ou regional, identificado como tal pelo departamento do Governo Regional competente em matéria de transportes terrestres, onde se verifiquem mais de três milhões de passagens de veículos por ano.

Mapa estratégico de ruído (MER): 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.

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 dos níveis de ruído em recetores sensíveis.

Relação dose-efeito: a relação entre o valor de um indicador de ruído e um efeito prejudicial.

Ruído ambiente (DLR 23/2010/A): 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.

Ruído residual: ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação.

Ruído particular: componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora.

Valor limite: o valor de L_{den} ou de L_n que, caso seja excedido, dá origem à adoção de medidas de redução do ruído por parte das entidades competentes.

Zona tranquila de uma aglomeração (DLR 23/2010/A): uma zona delimitada no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que está exposta a um valor de L_{den} igual ou inferior a 55 dB(A) e de L_n igual ou inferior a 45 dB(A), como resultado de todas as fontes de ruído existentes.

Zona tranquila em campo aberto (DLR 23/2010/A): uma zona delimitada no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que não é perturbada por ruído de tráfego, de indústria, de comércio, de serviços ou de actividades recreativas.

Zona sensível (DLR 23/2010/A): 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.

Zona mista (DLR 23/2010/A): 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 urbana consolidada (DLR 23/2010/A): a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Recetor sensível: o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana.

Indicador de ruído: um parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial.

L_d (indicador de ruído diurno): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP ISO 1996:2019, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano.

L_e (indicador de ruído do entardecer): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na NP ISO 1996:2019, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano.

L_n (indicador de ruído noturno): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na NP ISO 1996:2019, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano.

L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno): o indicador de ruído associado ao incómodo global, também designado nível diurno-entardecer-noturno, expresso em decibel [dB(A)] e definido pela seguinte fórmula:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(14 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 2 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right)$$

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 21 horas
- **Período do entardecer:** das 21 às 23 horas
- **Período noturno:** das 23 às 7 horas

L_{Aeq} , nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, de um ruído e num intervalo de tempo: nível sonoro, em dB(A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo, em que $L(t)$ é o valor instantâneo do nível sonoro em dB(A) e T o período de tempo considerado.

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right]$$

3.2. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

De acordo com o DLR 23/2010/A:

- A unidade um ano corresponde a um período com a duração de um ano no que se refere à emissão sonora e a um ano médio no que diz respeito às condições meteorológicas.
- Nos casos em que existam superfícies refletoras (por exemplo, fachadas) é considerado o som incidente, o que significa que se despreza o acréscimo de nível sonoro devido à reflexão que aí ocorre (regra geral, isso implica uma correção de -3 dB(A) em caso de medição a menos de 3,5 m da referida superfície).
- A altura do ponto de avaliação dos indicadores depende da respetiva aplicação:
 - Em caso de cálculo para fins da elaboração de mapas estratégicos de ruído relativamente à exposição ao ruído na proximidade dos edifícios, os pontos de avaliação são fixados a uma altura de $4 \pm 0,2$ m (de 3,8 m a 4,2 m) acima do solo e na fachada mais exposta: para este efeito, a fachada mais exposta é a parede exterior em frente da fonte sonora específica e mais próxima da mesma. Para outros fins, podem ser feitas outras escolhas;
 - Em caso de medição para fins da elaboração de mapas estratégicos de ruído relativamente à exposição ao ruído na proximidade dos edifícios, podem ser escolhidas outras alturas, que, todavia, nunca podem ser inferiores a 1,5 m acima do solo, devendo os resultados obtidos ser corrigidos de acordo com uma altura equivalente a 4 m;
 - Para outros fins, como planeamento ou zonamento acústico, podem ser escolhidas outras alturas, nunca inferiores a 1,5 m acima do solo. São exemplos:
 - Zonas rurais com casas de um piso;
 - A conceção de medidas locais destinadas a reduzir o impacto do ruído em habitações específicas;
 - Um mapa de ruído pormenorizado de uma zona limitada, mostrando a exposição ao ruído de cada uma das habitações.
- O método de cálculo dos indicadores L_{den} e L_n é, para o ruído do tráfego rodoviário, o método de cálculo europeu “Common Noise Assessment Methods in Europe” (CNOSSOS-EU) coordenado pelo Joint Research Centre's Institute of Health and Consumer Protection da Comissão Europeia e publicado inicialmente em 2012.

3.3. REQUISITOS PARA OS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

De acordo com o DLR 23/2010/A, os requisitos relevantes para elaboração de um MER podem sistematizar-se nos pontos seguintes:

Constituem uma apresentação dos dados referentes aos seguintes aspetos:

- Situação acústica existente ou prevista em função de um indicador de ruído;
- Ultrapassagem de um valor limite;

- Área exposta a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- Número estimado de recetores sensíveis numa determinada zona que estão expostos a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- Número estimado de pessoas localizadas numa zona exposta ao ruído.

Podem ser apresentados sob a forma de:

- Figuras/cartografia (elementos considerados essenciais);
- Dados numéricos em quadros;
- Dados numéricos sob forma eletrónica.

São utilizados para os seguintes fins:

- Proporcionar uma base de dados que sustente a informação a enviar à Comissão Europeia, que é descrita no DLR 23/2010/A.
- Construir uma fonte de informação para os cidadãos, devendo os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados ser disponibilizados e divulgados junto do público, acompanhados de uma síntese que destaque os elementos essenciais, designadamente através das tecnologias de informação eletrónica, devendo estar igualmente disponíveis para consulta nas câmaras municipais da área territorial por eles abrangida, na APA e junto das entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transportes.
- Servir de base para elaboração dos planos de ação.

Os requisitos mínimos para os dados a enviar à Comissão Europeia para as infraestruturas rodoviárias são:

- Uma descrição geral das grandes infraestruturas de transporte rodoviário em análise: localização, dimensão e dados sobre o tráfego;
- Uma caracterização das suas imediações: zonas urbanas, outras informações sobre a utilização do solo e outras grandes fontes de ruído;
- Programas de controlo do ruído executados no passado e medidas em vigor em matéria de ruído;
- Métodos de cálculo ou de medição utilizados;
- O número estimado de pessoas (em centenas) que vivem fora das aglomerações¹ em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_{den} , em dB(A), a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta: [55,60]; [60,65]; [65,70]; [70,75]; e $L_{den} > 75$;

¹ As grandes aglomerações na RA dos Açores, de acordo com a definição do DLR 23/2010/A correspondem a cidades com mais de 20000 habitantes ou uma freguesia ou área com densidade populacional superior a 2500 habitantes/km².

- O número estimado de pessoas (em centenas) que vivem fora das aglomerações em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_n , em dB(A), a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta:]45,50];]50,55];]55,60];]60,65];]65,70]; e $L_n > 70$;
- A área total (em quilómetros quadrados) exposta a valores de L_{den} superiores a 55 dB(A), 65 dB(A) e 75 dB(A), respetivamente;
- Adicionalmente deve indicar-se o número estimado de habitações (em centenas) e o número estimado de pessoas (em centenas) que vivem em cada uma dessas áreas. Esses valores devem incluir as aglomerações;
- Os contornos correspondentes aos 55 dB(A) e 65 dB(A) são igualmente apresentados num ou mais mapas que incluem informações sobre a localização de zonas urbanas abrangidas pelas áreas delimitadas por esses contornos;

Para fins de informação aos cidadãos e de elaboração dos PA podem ser necessárias informações adicionais e mais pormenorizadas, tais como:

- Uma representação gráfica;
- Mapas em que é apresentada a ultrapassagem de um valor limite (mapas de conflito);
- Mapas diferenciais em que a situação existente é comparada com diferentes situações futuras possíveis;
- Mapas em que é apresentado o valor de um indicador de ruído a uma altura diferente de 4 m, se adequado.

Os MER para aplicação local, regional ou nacional são elaborados para uma altura de avaliação de 4 m e gamas de valores de L_{den} e de L_n de 5 dB(A), conforme acima definido.

A elaboração do MER deve seguir as orientações expressas no guia de boas práticas publicado pela Comissão Europeia, contendo no mínimo a isófona de 55 dB(A) para o indicador L_{den} e a isófona de 45 dB(A) para o indicador L_n .

3.4. PLANEAMENTO MUNICIPAL

De acordo com os artigos 8.º e 71.º do DLR n.º 23/2010/A:

- Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas.
- 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.
- A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas é realizada na elaboração, alteração e revisão dos planos municipais de ordenamento do território.

- Os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, a ocupação dos solos com usos suscetíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programadas.

3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

De acordo com o artigo 22.º do DLR n.º 23/2010/A, os limites máximos de exposição são os seguintes:

- 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_n ;
- 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_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infraestrutura de transporte 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_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte aéreo 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_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador L_n .
- Até à classificação das zonas sensíveis e mistas, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos recetores sensíveis os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

Estes limites resumem-se no Quadro 3-1.

Quadro 3-1 – Valores limite de exposição ao ruído ambiente exterior

Classificação acústica	L_{den} dB(A)	L_n dB(A)
Zonas mistas	≤ 65	≤ 55
Zonas sensíveis	≤ 55	≤ 45
Zonas sensíveis na proximidade de GIT existente	≤ 65	≤ 55
Zonas sensíveis na proximidade de GIT não aéreo em projeto	≤ 60	≤ 50
Zonas sensíveis na proximidade de GIT aéreo em projeto	≤ 65	≤ 55
Zonas ainda não classificadas	≤ 63	≤ 53

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO

4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA SCUT DOS AÇORES

4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO

A concessão rodoviária objeto do presente estudo situa-se na Ilha de São Miguel na Região Autónoma dos Açores, conforme apresentado na Figura 4-1.

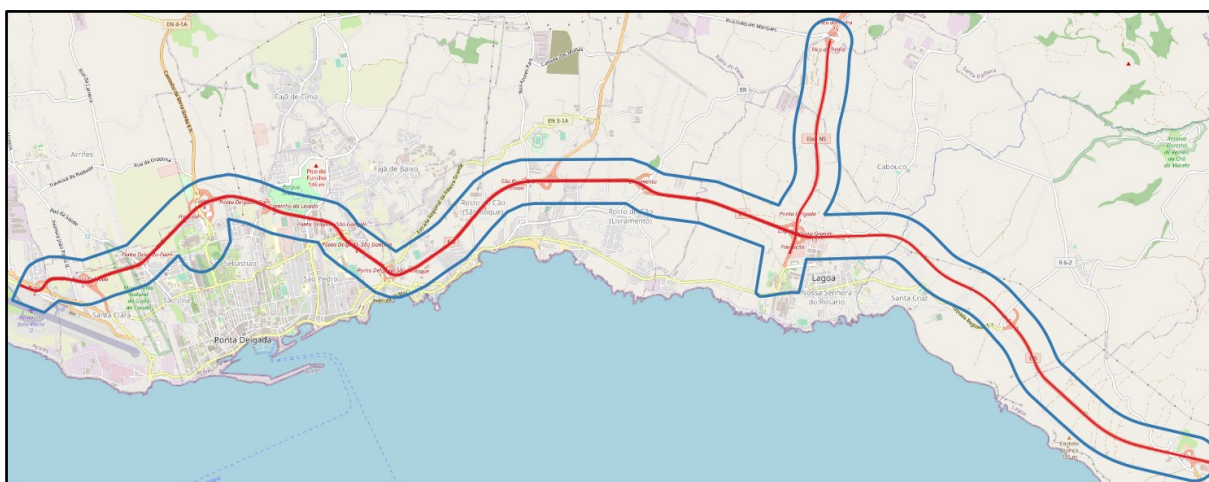


Figura 4-1 – Enquadramento geográfico dos sublanços em estudo da SCUT dos Açores²

O estudo abrange apenas alguns sublanços da concessão, entre o Nó do Aeroporto (no concelho de Ponta Delgada) e o Nó de Água de Pau (Poente) – no concelho de Lagoa e entre o Nó de Lagoa e o Nó da Adutora, igualmente no concelho de Lagoa. O limite de velocidade nesta infraestrutura rodoviária é de 100 ou 90 km/h para os veículos ligeiros e de 80 ou 70 km/h para os pesados, consoante o sublanço. Os sublanços em estudo abrangem apenas aproximadamente 21,5 km do total do traçado.

No quadro que se segue apresentam-se os sublanços abrangidos pela SCUT dos Açores e cujo tráfego da plena via foi considerado neste estudo. Note-se que os sublanços entre o Nó do Aeroporto e o Nó de Água de Pau (Poente) têm uma orientação oeste – leste e o sublanço entre o Nó de Lagoa e o Nó da Adutora tem uma orientação sul – norte, confluindo ambos no Nó de Lagoa.

Quadro 4-1 – Sublanços abrangidos pelo estudo desde o aeroporto em Ponta Delgada até Lagoa e desde Lagoa até ao Nó da Adutora.

Sublanços	Extensão (km)
Nó do Aeroporto – Nó de São Gonçalo	4,6
Nó de São Gonçalo – Nó de Belém	1,4
Nó de Belém – Nó da Manguinha	2,15
Nó da Manguinha – Nó de Lagoa	3,85
Nó de Lagoa – Nó dos Remédios	3,5

² A partir de <https://www.openstreetmap.org/> e com tratamento em programa de SIG por parte de dBwave.i.

Sublanços	Extensão (km)
Nó dos Remédios – Nó de Água de Pau (Poente)	3,35
Nó de Lagoa – Nó da Adutora	2,7

4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO

Os dados de base de tráfego necessários para o cálculo dos níveis sonoros para a plena via foram fornecidos pela concessionária e reportam ao ano de 2021. Os mesmos são apresentados, para cada sublanço, sob a forma de tráfego médio horário (TMH) e restantes categorias previstas na norma CNOSSOS-EU, por sentido e período de referência, incluindo ainda informação relativa ao limite de velocidade e à camada de desgaste aplicada na via, conforme se pode ver no quadro seguinte



Quadro 4-2 – Dados de tráfego considerados para os sublanços em estudo da SCUT dos Açores

Toponímia	ID	Período diurno					Período entardecer					Período noturno					vmáx (km/h)		Camada de desgaste ³
		TMH (veic./h)	% total pesados	% pesados tipo 3	% total motociclos	% motociclos tipo 4b	TMH (veic./h)	% total pesados	% pesados tipo 3	% total motociclos	% motociclos tipo 4b	TMH (veic./h)	% total pesados	% pesados tipo 3	% total motociclos	% motociclos tipo 4b	Ligeiros	Pesados	
SCUT Açores - Aeroporto / Nó de São Gonçalo	F001A	1214	2,1	32,7	0,6	100,0	397	0,7	36,1	1,1	100,0	117	0,9	22,6	0,7	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó de São Gonçalo / Aeroporto	F001B	1214	2,1	32,7	0,6	100,0	397	0,7	36,1	1,1	100,0	117	0,9	22,6	0,7	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó de São Gonçalo / Nó de Belém	F002A	1276	2,3	29,4	0,8	100,0	468	0,9	26,1	1,3	100,0	128	1,1	17,9	0,8	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó de Belém / Nó de São Gonçalo	F002B	1276	2,3	29,4	0,8	100,0	468	0,9	26,1	1,3	100,0	128	1,1	17,9	0,8	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó de Belém / Nó da Manguinha	F003A	1254	1,9	32,4	0,6	100,0	447	0,6	25,9	0,8	100,0	129	0,9	19,0	0,6	100,0	100	80	BB
SCUT Açores - Nó da Manguinha / Nó de Belém	F003B	1254	1,9	32,4	0,6	100,0	447	0,6	25,9	0,8	100,0	129	0,9	19,0	0,6	100,0	100	80	BB
SCUT Açores - Nó da Manguinha / Nó de Lagoa	F004A	724	0,9	29,2	0,3	100,0	258	0,2	37,7	0,4	100,0	72	0,4	22,2	0,3	100,0	100	80	BB
SCUT Açores - Nó de Lagoa / Nó da Manguinha	F004B	724	0,9	29,2	0,3	100,0	258	0,2	37,7	0,4	100,0	72	0,4	22,2	0,3	100,0	100	80	BB
SCUT Açores - Nó da Lagoa / Nó dos Remédios	F005A	289	2,2	15,4	0,5	100,0	96	0,5	0,0	0,5	100,0	24	2,1	0,0	0,0	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó dos Remédios / Nó da Lagoa	F005B	289	2,2	15,4	0,5	100,0	96	0,5	0,0	0,5	100,0	24	2,1	0,0	0,0	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Lagoa / Remédios e Remédios / Lagoa	F005C	578	2,2	15,4	0,5	100,0	191	0,5	0,0	0,5	100,0	48	2,1	0,0	0,0	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó dos Remédios / Nó de Água de Pau (Poente)	F006A	307	1,9	18,2	0,7	100,0	102	0,5	0,0	0,5	100,0	25	2,1	0,0	0,0	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó de Água de Pau (Poente) / Nó dos Remédios	F006B	307	1,9	18,2	0,7	100,0	102	0,5	0,0	0,5	100,0	25	2,1	0,0	0,0	100,0	90	70	BB
SCUT Açores - Nó da Lagoa / Nó da Adutora	F007A	298	2,9	22,2	0,5	100,0	88	0,5	0,0	0,5	100,0	20	0,0	0,0	0,0	100,0	100	80	BB
SCUT Açores - Nó da Adutora / Nó da Lagoa	F007B	298	2,9	22,2	0,5	100,0	88	0,5	0,0	0,5	100,0	20	0,0	0,0	0,0	100,0	100	80	BB

³ O tipo de camada de desgaste considerada (BB – Betão betuminoso), corresponde à camada de desgaste de referência do método CNOSSOS (CNS-01)

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO

A área abrangida pelo MER consistiu numa faixa em redor do eixo de via com 300 m para cada lado do eixo de via. Na Figura 4-2 estão representadas as duas áreas de estudo (limite a azul), o eixo de via (a vermelho) e os concelhos abrangidos por aquela (com diversas cores).

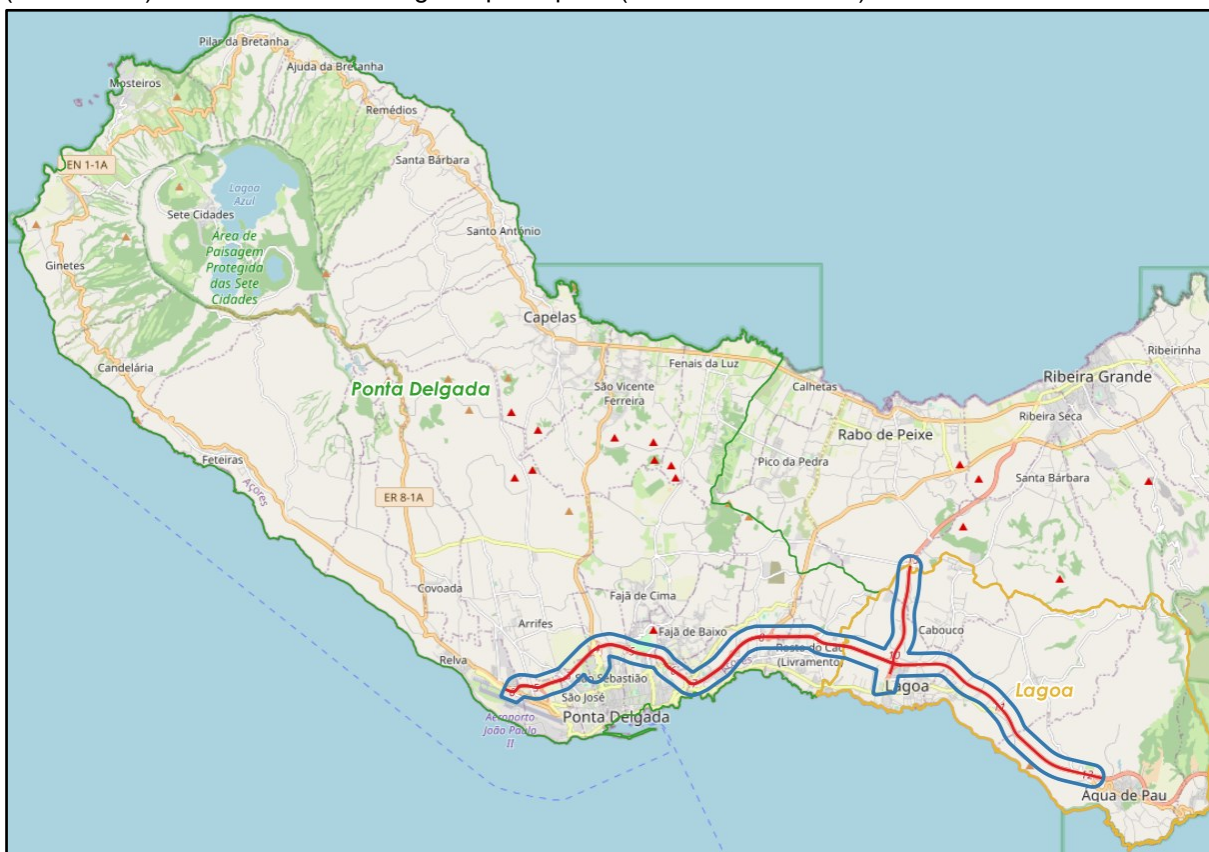


Figura 4-2 – Áreas de estudo da SCUT dos Açores e concelhos abrangidos

De acordo com o DLR 23/2010/A, compete aos municípios delimitar as zonas mistas e sensíveis.

O quadro que se segue apresenta a classificação acústica dos municípios incluídos no estudo, de acordo com a informação recolhida *online* pela dBwave.i. A consulta *online* corresponde a uma publicação oficial do estado da classificação acústica de cada município no sítio da Direção Geral do Território em www.dgterritorio.pt.

Quadro 4-3 – Classificação acústica na zona envolvente da SCUT dos Açores dos municípios abrangidos pelo estudo



MUNICÍPIO	CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA
Ponta Delgada	Tem classificação acústica.
Lagoa	Tem classificação acústica.
Ribeira Grande	Tem classificação acústica.

4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE



Relativamente à SCUT dos Açores, as maiores concentrações urbanas com usos sensíveis incluídas na área de estudo situam-se no concelho de Ponta Delgada.



No quadro abaixo são apresentados exemplos representativos da tipologia de situações mais críticas que ocorrem ao longo da área de estudo, bem como de outros casos notáveis, ilustrados com imagens aéreas obtidas a partir do Bing™ Maps e do Google™ Earth.

Quadro 4-4 – Área de estudo da SCUT dos Açores. Exemplos ilustrados de aglomerados rurais e outros pontos relevantes da área de estudo, com indicação do respetivo concelho e pK aproximado.

Descrição	Fotografia aérea ⁴
<p>- Concelho de Ponta Delgada</p> <p>Conjunto habitacional na proximidade da via e perto do aeroporto.</p> <p>Entre pK 0+000 e 1+000</p>	
<p>- Concelho de Ponta Delgada</p> <p>Zona envolvente ao Hospital do Divino Espírito Santo e Centro de Saúde de Ponta Delgada.</p> <p>Entre pK 2+000 e 3+000</p>	

⁴ Imagens obtidas a partir do Bing™ Maps

Descrição	Fotografia aérea ⁴
<p>- Concelho de Ponta Delgada</p> <p>Habitações dispersas e campos agrícolas próximo do Nó da Manguinha</p> <p>Entre pK 7+000 e pK 8+000</p>	
<p>- Concelho de Lagoa -</p> <p>Habitações dispersas e campos agrícolas próximos do Nó de Lagoa</p> <p>Entre pK 11+000 e pK 12+000</p>	

Descrição	Fotografia aérea ⁴
<p>- Concelho de Lagoa -</p> <p>Habitações dispersas e campos agrícolas próximos do Nó de Água de Pau (Poente)</p> <p>Entre pK 18+000 e pK 19+000</p>	
<p>- Concelho da Ribeira Grande -</p> <p>Zonas florestais e campos agrícolas próximos do Nó da Adutora</p> <p>Entre pK 1+000 e pK 2+300</p>	

4.3. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR

Até à presente data, e segundo dados fornecidos pelo cliente, estão em via de ser instaladas 7 barreiras acústicas ao longo dos sublanços em estudo da SCUT dos Açores. O Plano de Ação para a via elaborado em 2019 previa como principal medida de redução sonora a alteração da atual camada de desgaste (betão betuminoso) por outra acusticamente mais favorável (betão betuminoso drenante). No entanto, a dificuldade prática em concretizar essa alteração obrigou à reformulação das medidas de redução sonora, substituindo-a pela implementação das barreiras acústicas atrás referidas. Note-se que à data de 2021, ano a que reporta o presente MER, nenhuma medida de minimização havia sido implementada no terreno.

No que respeita a medidas a implementar, são de referir ainda os seguintes aspetos relevantes para as infraestruturas de transporte rodoviárias do Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho:

- Artigo 22º segundo o qual as zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente diploma, uma grande infra-estrutura de transporte 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_n ;
- Artigo 24º, relativo ao controlo prévio das operações urbanísticas, de cuja leitura se depreende que se tenta limitar, o mais possível, operações urbanísticas em zonas que não cumpram os valores limite legislados, sendo mesmo estabelecido no número 6, que deverá ser interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite legislados;
- Número 4, do Artigo 31º, que estabelece que podem ser adotadas medidas de isolamento sonoro nos recetores sensíveis, mas que a implementação destas medidas compete à entidade responsável pela exploração das infraestruturas ou ao recetor sensível, conforme quem mais recentemente tenha instalado ou dado início à respetiva atividade, instalação ou construção ou seja titular da autorização ou licença mais recente.

Neste contexto, dispendo os municípios dos seus próprios mapas de ruído e incorporando o zonamento acústico nos seus Planos Municipais de Ordenamento do Território, sendo ainda responsáveis pela elaboração de Planos de Redução de Ruído ao nível municipal, cada vez mais a proteção dos recetores sensíveis na vizinhança de infraestruturas de transporte deixa de ser tarefa exclusivamente da responsabilidade das respetivas entidades gestoras, mas também dos respetivos municípios, que têm obrigação de impor restrições, quer ao nível dos Planos quer no licenciamento de usos sensíveis em zonas com níveis de ruído acima dos limites regulamentares.

5. METODOLOGIA

5.1. INTRODUÇÃO

A metodologia de elaboração de mapas estratégicos de ruído assenta na realização de mapas de ruído de acordo com o seguinte:

- Mapas estratégicos de ruído – escala de trabalho 1/5000, sendo os mapas de ruído apresentados à mesma escala, abrangendo toda a área de estudo definida de 300 metros para cada lado dos eixos de via, independentemente da existência ou não de recetores sensíveis.

Os MER foram elaborados em conformidade com o estipulado na legislação aplicável, designadamente o *Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A*, de 30 de Junho (Regulamento Geral de Ruído e de Controlo da Poluição Sonora).

Foram ainda respeitadas as regras definidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), nomeadamente as definidas nos documentos: *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3*, publicadas pela APA em Dezembro de 2011, *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 2*, publicadas pela APA em Junho de 2008, *O novo quadro legal do ruído ambiente - Sessões destinadas às câmaras municipais, entidades fiscalizadoras, infra-estruturas de transporte e actividades ruidosas permanentes*, emitido pela APA em Abril de 2007.

Em tudo o que fosse omissa na legislação e nas regras definidas pela APA, utilizaram-se as recomendações do documento *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, version 2* (GPG-2) disponível em: <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.

5.2. INDICADORES DE RUÍDO

Os indicadores utilizados para a elaboração dos MER são o L_{den} e o L_n , tal como definidos no Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de Junho, calculados a uma altura de 4 metros acima do solo. A altura de avaliação destes indicadores é então de 4 metros acima do solo.

Para a avaliação dos níveis de ruído em fachada de edifícios, com o objetivo de elaborar mapas de exposição ao ruído, considera-se apenas o ruído incidente, ou seja, não se considera o som refletido na fachada do edifício que está a ser avaliado, ainda que se considerem as reflexões nos restantes edifícios e obstáculos presentes na área de estudo. Também para esta avaliação, a exposição é calculada a uma altura de 4 metros. Existe, no entanto, uma situação excecional, e que se verifica para algumas das habitações na envolvente da SCUT, relacionada com a existência de moradias de piso térreo, e que não chegam a atingir os 4 metros de cota de soleira. Para estas situações não se avaliou a população exposta.

5.3. MÉTODOS DE CÁLCULO

Com a entrada em vigor da Diretiva (UE) 2015/996 (CNOSSOS-EU – *Common Noise Assessment Methods in Europe*), o novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído é o método CNOSSOS-EU, em substituição do método francês “NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”.

5.3.1. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU

O tráfego rodoviário, devido às reduzidas dimensões dos veículos automóveis, pode ser modelado como um número de fontes pontuais igual ao número de veículos que nela circulam, a moverem-se com velocidades iguais às dos respetivos veículos e com um nível de potência sonora, Ponderado A, L_{AW} , função da velocidade, do tipo de veículo, do perfil longitudinal e do fluxo de tráfego.

Neste método, cada veículo é representado por uma fonte pontual única, localizada 0,05 m acima da superfície da estrada, que irradia uniformemente para o semiespaço 2π acima do piso. A primeira reflexão no piso da estrada é tratada implicitamente.

Como nos interessa a integração dos níveis sonoros ao longo do tempo, ou seja, o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, num determinado recetor, uma via de tráfego pode ser modelada como uma fonte linear (o fluxo de tráfego é representado por uma fonte em linha) que, na prática, é dividida em vários segmentos elementares, que se comportam como fontes pontuais estáticas, com uma determinada potência sonora L_{AW} , função de diversos parâmetros como a velocidade, tipo de veículo, perfil longitudinal, fluxo de tráfego e comprimento do segmento.

A localização das fontes de ruído lineares poderá ser efetuada de três formas, por ordem decrescente de preferência e em função das dimensões da secção da via, da distância relativa aos pontos recetores de interesse e da escala de trabalho:

- uma fonte linear por faixa de tráfego;
- uma fonte linear por cada direção;
- uma fonte linear por via de tráfego, situada no eixo da referida via.

De acordo com o método CNOSSOS-EU, a potência sonora direcional da fonte em linha por metro na banda i de frequências é calculada através da seguinte fórmula:

$$L_{W',eq,lin,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1\,000 \times v_m}\right)$$

Em que:

- $L_{W,i,m}$ é a potência sonora direcional de cada veículo;
- Q_m é o fluxo de tráfego, expresso em veículos/hora por período de referência e por tipo de veículo;
- v_m é a velocidade média (km/h).

No método CNOSSOS-EU, os veículos estão divididos em 5 classes (quadro [2.2.a] da Diretiva 2015/996), de acordo com as suas características de emissão sonora (ver figura abaixo).

Quadro 5-1 – Classes de veículos definidas no CNOSSOS-EU

Categoria	Nome	Descrição		Categoria de veículo na homologação CE de veículos completos ⁽¹⁾
1	Veículos a motor ligeiros	Automóveis, furgonetas $\leq 3,5$ t, SUV ⁽²⁾ , MPV ⁽³⁾ , incluindo reboques e caravanas		M1 e N1
2	Veículos pesados médios	Veículos pesados médios, furgonetas $> 3,5$ t, camionetas e autocarros, autocaravanas etc. com dois eixos e pneus duplos no eixo da retaguarda		M2, M3, N2 e N3
3	Veículos pesados	Veículos pesados, autocarros de turismo, camionetas e autocarros com três ou mais eixos		M2 e N2 com reboque, M3 e N3
4	Veículos a motor de duas rodas	4a	Ciclomotores de duas, três e quatro rodas	L1, L2, L6
		4b	Motociclos com ou sem carro lateral, triciclos e quadriciclos	L3, L4, L5, L7
5	Categoria aberta	A definir em função das necessidades futuras.		ND

⁽¹⁾ Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos (JO L 263 de 9.10.2007, p. 1).

⁽²⁾ Sport Utility Vehicles (veículos utilitários desportivos).

⁽³⁾ Multi-Purpose Vehicles (veículos para fins múltiplos).

As primeiras 4 categorias são de entrada obrigatória no *software* utilizado para o cálculo dos MER e a quinta categoria é facultativa (destina-se a novos veículos que venham a ser desenvolvidos no futuro e cujas emissões sonoras sejam suficientemente diferentes para necessitarem da definição de uma categoria adicional).

Neste método, são consideradas duas fontes de ruído rodoviário:

- Ruído de rolamento devido à interação entre o pneu e a estrada;
- Ruído propulsão gerado pelo grupo motopropulsor (motor, escape etc.) do veículo.

Nas categorias de veículos 1, 2 e 3 a potência sonora total corresponde à soma energética do ruído de rolamento e do ruído de propulsão. Na categoria 4 (veículos de 2 rodas) apenas se considera como fonte o ruído de propulsão.

A modelação de vias de tráfego rodoviário necessita da seguinte informação:

- Eixo da via, devidamente cotada na cartografia;
- Largura e inclinação da via;
- Aferição dos dados de tráfego com distinção das categorias definidas no Quadro 5-1, por período de referência (diurno/entardecer/noturno);
- Características do piso;
- Limites de velocidade ligeiros/pesados.

5.3.2. PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO

O modelo de previsão utilizado foi o CadnaA, versão 2021, com as opções BMP, BPL, XL e Calc (licença para cálculo em vários computadores em simultâneo). O programa CadnaA cumpre todos os requisitos apresentados na Diretiva Comunitária 2002/49/CE, quer no que se refere aos métodos de cálculo utilizados, quer no que respeita a funções que disponibiliza. Assim, tem capacidade de calcular e atribuir níveis de ruído às fachadas dos edifícios, com base no som incidente apenas, de calcular a população exposta a determinados intervalos de nível de ruído, com e sem “fachada calma”, de calcular todos os parâmetros necessários (L_{den} , L_d , L_e e L_n) e de calcular “Mapas de Conflito”. Tem ainda capacidade de importar e exportar dados em formatos DXF e de SIG, bem como de exportar dados para formato HTML para facilidade de publicação de mapas de ruído numa página Web, para informação pública.

A figura seguinte exemplifica uma janela de configuração para o objeto “estrada”, no CadnaA.

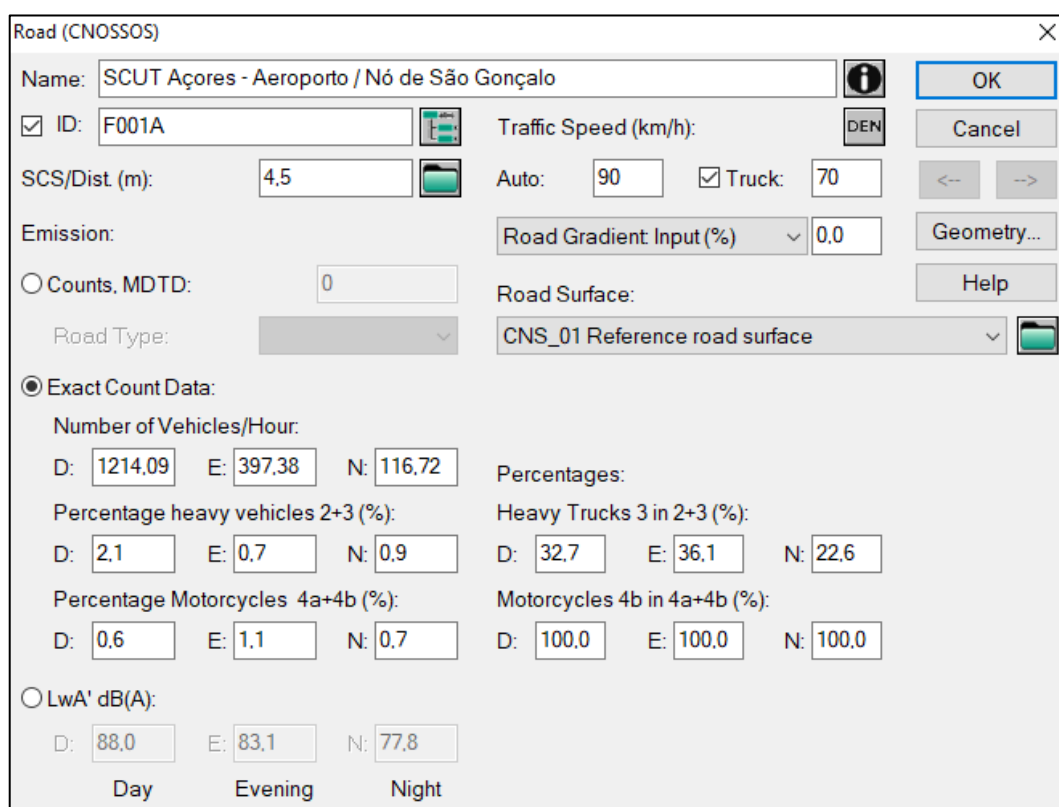


Figura 5-1 – Interface de configuração de uma estrada segundo o método CNOSSOS-EU, no software CadnaA

As principais configurações de cálculo utilizadas neste projeto, são apresentadas no quadro seguinte.

Quadro 5-2 – Configurações de cálculo principais utilizadas

Configurações de cálculo utilizadas		
Geral	Software e versão utilizada	CadnaA v2021
	Máximo raio de busca	1 500 m
	Ordem de reflexão	1
	Erro máximo definido para o cálculo	0,5 dB
	Métodos/normas de cálculo	CNOSSOS-EU
	Absorção do solo	G = 0,7 por defeito; G = 0 na estrada
Meteorologia	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/noturno	50/75/100%
	Temperatura	15°C
	Humidade relativa	70%
Mapa de ruído	Malha de cálculo	5x5m
	Tipo de malha de cálculo (fixa/variável)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros
Avaliação de ruído nas fachadas / população exposta	Distância recetor-fachada	0,05 metros
	Distância mínima recetor-refletor	3,5 metros
	Altura dos recetores de fachada	4 metros
	Tipo de nível de ruído atribuído ao edifício (máximo, médio)	Máximo
	Modo de atribuição da população a edifícios	Repartição da população de cada subseção estatística pelos edifícios residenciais nela contidos proporcionalmente à respetiva capacidade

A figura seguinte exemplifica um mapa de ruído e uma vista 3D com indicação do ruído nas fachadas.

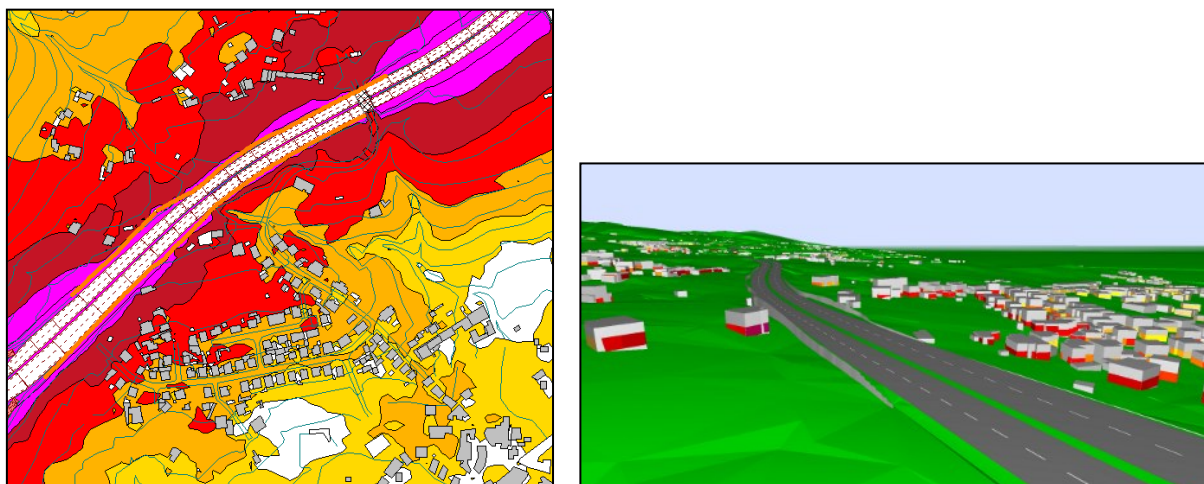


Figura 5-2 – Exemplo de um mapa de ruído de uma estrada, em planta, e dos níveis de ruído incidentes nas fachadas a 4 m de altura, em 3D

5.4. DADOS DE BASE

5.4.1. DADOS DE BASE CARTOGRÁFICOS

A base cartográfica sobre a qual se realizaram os mapas estratégicos de ruído consistiu dos seguintes elementos:

- Cartografia vetorial georreferenciada elaborada para o presente trabalho pela empresa *Geolayer* (para os sublanços entre o Nó do Aeroporto e o Nó de Lagoa), em formato DWG, à escala 1/5000, numa faixa com cerca de 300 m para cada lado do eixo da via, constituída pelos seguintes elementos:
 - o Altimetria, constituída por curvas de nível, a 3D, tendo estas equidistância de 2 m para a escala 1/5000 (ver exemplo na Figura 5-3).
 - o Planimetria (exemplo na Figura 5-4), constituída por um vasto conjunto de elementos cotados tridimensionalmente, nomeadamente: eixos de via, bermas de estradas e caminhos, muros e vedações, toponímia e edifícios, com alguma separação segundo os usos;
 - o Elementos altimétricos complementares “*breaklines*”, versão cotada em Z de alguns dos elementos da planimetria, designadamente: bermas de estradas e caminhos, linhas de água, taludes e muros de suporte.
 - As *breaklines* permitem melhorar a qualidade do modelo digital do terreno pela introdução de linhas de cota Z variável que refletem a existência de descontinuidades ou variações topográficas mais bruscas, que a altimetria de curvas de nível e pontos cotados não reflete.
 - Em particular as linhas de talude e linhas de socalco da infraestrutura em estudo foram utilizadas como auxiliar na construção dos eixos de via em 3D.
- Cartografia vetorial georreferenciada para o concelho de Lagoa (para os sublanços entre o Nó de Lagoa e o Nó de Água de Pau (Poente) e o Nó de Lagoa e Nó da Adutora), em formato SHP, à escala 1/10000, posteriormente recortada numa faixa com cerca de 300 m para cada lado do eixo da via, constituída pelos seguintes elementos:
 - o Altimetria, constituída por curvas de nível, a 3D, tendo estas equidistância de 5 m para a escala 1/10000 (ver exemplo na Figura 5-5).
 - o Planimetria (exemplo na Figura 5-6), constituída por um vasto conjunto de elementos cotados tridimensionalmente, nomeadamente: eixos de via, bermas de estradas e caminhos, muros e vedações, toponímia e edifícios, com alguma separação segundo os usos;
 - o Elementos altimétricos complementares “*breaklines*”, designadamente:
 - Linhas de talude e linhas de socalco da infraestrutura em estudo foram utilizadas como auxiliar na construção dos eixos de via em 3D.

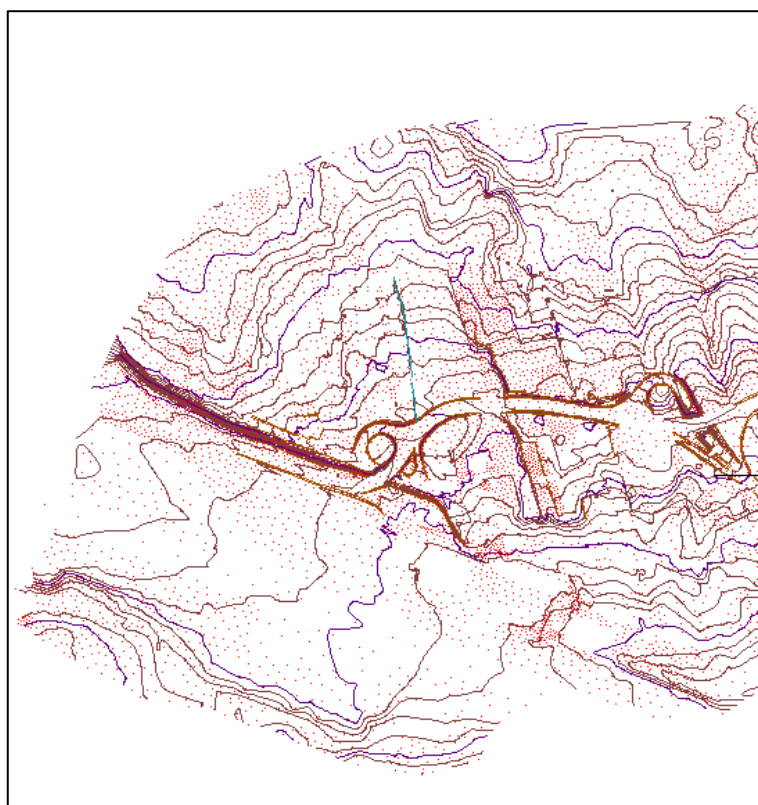


Figura 5-3 – Extrato da altimetria a 1/5000 elaborada pela Geolayer, com curvas de nível a cada 2 m.

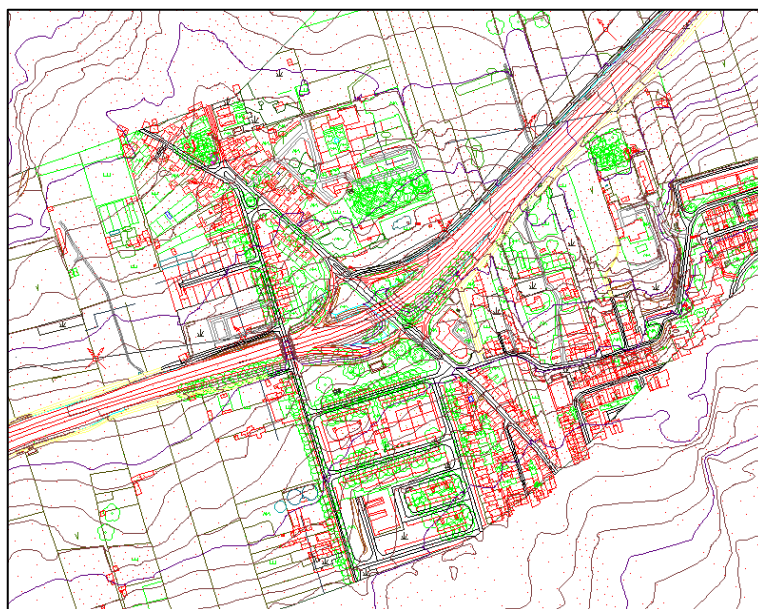


Figura 5-4 – Extrato da planimetria a 1/5000 elaborada pela Geolayer, com edifícios, eixos de via, linhas de talude, linhas de socalco e vedações, entre outros.

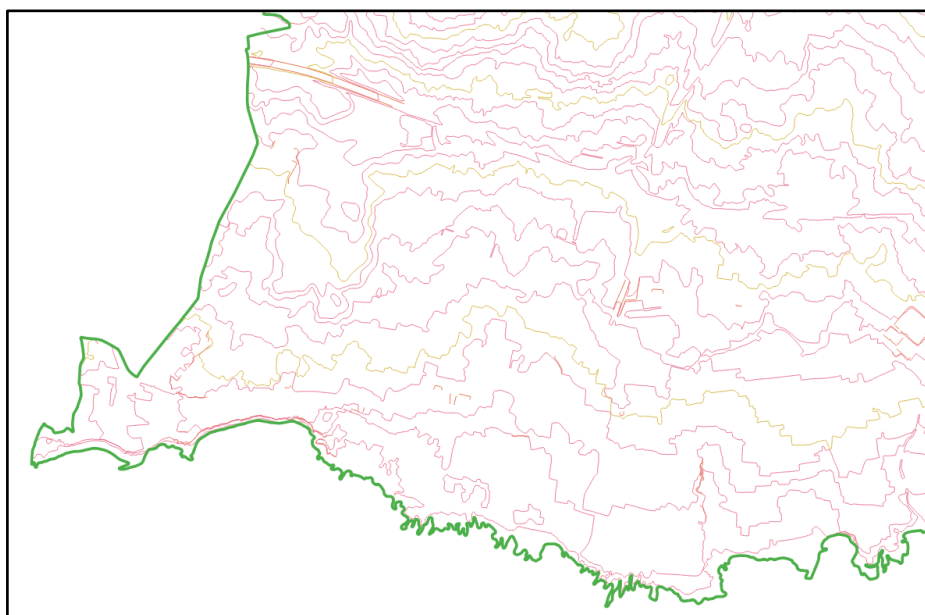


Figura 5-5 – Extrato da altimetria a 1/10000 do concelho de Lagoa, com curvas de nível a cada 5 m.

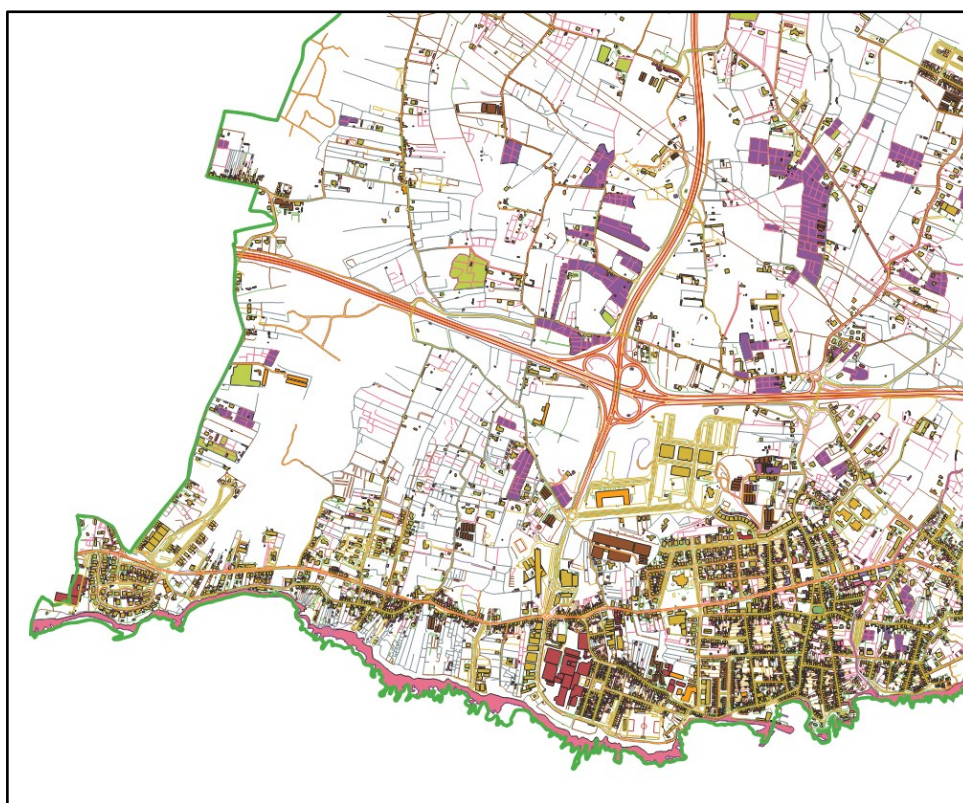


Figura 5-6 – Extrato da planimetria a 1/10000 do concelho de Lagoa, com edifícios, eixos de via, linhas de talude e muros, entre outros.

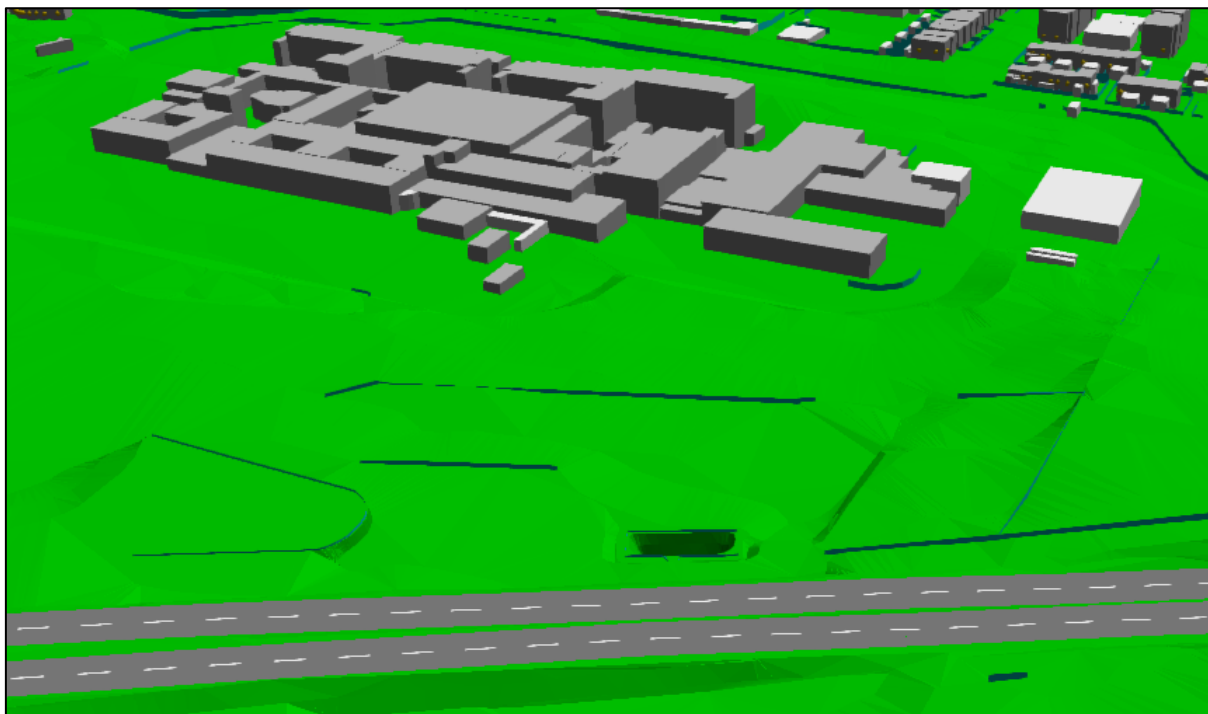


Figura 5-7 – Modelo digital do terreno construído com base nos elementos cartográficos, já com a SCUT implantada – vista sobre o Hospital do Divino Espírito Santo.

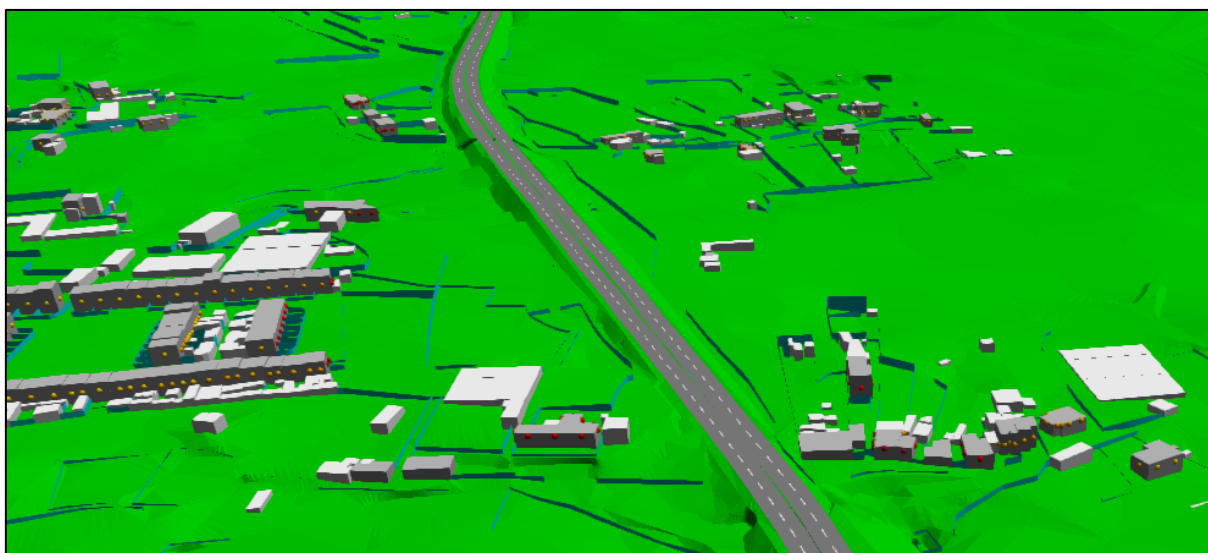


Figura 5-8 – Modelo digital do terreno construído com base nos elementos cartográficos, já com a SCUT implantada - vista de zonas residenciais na proximidade da saída para o Livramento, Ponta Delgada.

5.4.2. DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL

Um dado importante, do ponto de vista do ruído ambiental, diz respeito à camada de desgaste existente nos vários troços da infraestrutura, dado que, cada vez mais, existem tipos de piso com menor emissão sonora, usados como medida de controle de ruído. A informação relativa ao tipo de camada de desgaste introduzida no modelo foi fornecida pelo cliente.

5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS

Na inexistência de dados relativos aos parâmetros meteorológicos nos formatos solicitados pelo modelo de cálculo utilizado, seguiu-se a recomendação da APA relativa à adoção das seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído (mencionadas no GPG-2):

- Período diurno 50%
- Período entardecer 75%
- Período noturno 100%

5.4.4. DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO

As fontes de ruído consideradas neste estudo consistem única e exclusivamente no tráfego rodoviário que circula ao longo dos sublanços da SCUT dos Açores em estudo. Não são, portanto, consideradas outras fontes de ruído, como sejam o tráfego nas vias de acesso e de viadutos e ramais dos nós desta infraestrutura.

Tendo em conta os requisitos do método de cálculo CNOSSOS-EU, anteriormente descrito, a Euroscut Açores forneceu os seguintes dados essenciais para a caracterização física e acústica (dados de emissão) das vias em questão:

- Tabelas com o tipo de piso (camada de desgaste) nos vários troços da infraestrutura;
- Características do tráfego para cada sublanço em estudo, por período de referência e com distinção de 4 classes de veículos (ver Quadro 5-1);
- Limites de velocidade de circulação, em km/h.

5.4.5. DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO

Foi compilada informação sobre a população e usos do solo na área de estudo, tendo sido diferenciados os recetores sensíveis (edifícios habitacionais, escolas e hospitais) dos recetores não sensíveis (restantes usos). Tal foi feito ao nível da classificação dos edifícios segundo o seu uso, conforme se apresenta nos vários anexos, em que se agruparam os usos de acordo com o que consta na respetiva legenda, que se reproduz na figura seguinte.

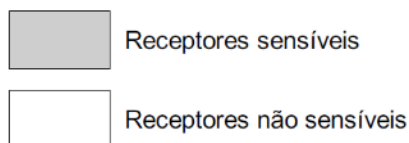


Figura 5-9 –Tipos de uso de edifícios assinalados nos Anexos I.1 e I.2.

Uma vez identificados no modelo os edifícios com uso residencial, é necessário atribuir população a cada um desses edifícios, ou seja, estimar quantas pessoas habitam em cada edifício residencial de modo a que, uma vez calculados os indicadores de nível de ruído incidente na respetiva fachada, se possa incluir esse número de pessoas na devida classe de exposição, com intervalos de 5 dB, como definido no DLR 23/2010/A.

Os dados sobre a população em Portugal são compilados pelo INE (Instituto Nacional de Estatística), sendo os dados mais atualizados os relativos aos Censos 2011 – XV Recenseamento Geral da População e V Recenseamento Geral da Habitação. Atualmente esses dados estão disponíveis numa Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI), que se desenvolve segundo uma estrutura poligonal hierárquica cuja unidade elementar de representação é a subsecção estatística.

A subsecção estatística constitui assim o nível máximo de desagregação e caracteriza-se por estar associada ao código e ao topónimo do lugar de que faz parte, correspondendo ao quarteirão em termos urbanos, sempre que tal signifique a possibilidade da delimitação ser efetuada com base nos arruamentos ou no limite do aglomerado, ao lugar ou parte do lugar sempre que tal não aconteça e à área complementar nos casos em que qualquer das definições anteriores não seja aplicável, situação em que assume a designação genérica de subsecção residual. O número total de subsecções em Portugal ascende a 178.364, fazendo com que a BGRI 2011 se constitua como a mais completa, desagregada e exaustiva cobertura homogénea do país, disponível em formato digital e relativa a uma única data de referência.

Neste contexto, foi adquirida de forma *online* através do sítio do INE toda informação de distribuição de população relativa aos Censos 2011, detalhada à subsecção estatística, com os respetivos polígonos da BGRI incluídos na área de estudo definida.

Foi necessário georreferenciar corretamente esses polígonos, de acordo com o sistema de georreferenciação utilizado no modelo, tendo sido distribuída a respetiva população pelos edifícios identificados como de uso residencial. Tendo em conta os polígonos da BGRI, com dados de população residente, e a capacidade de cada edifício, definida pela área do polígono que define cada edifício individualmente multiplicada pelo número de pisos de cada edifício (correspondente aproximadamente à altura da sua cércea a dividir por 3), foi possível estimar o número de residentes em cada edifício.

5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

O procedimento técnico geral utilizado pela dBwave.i para a elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transporte está representado na Figura 5-10.

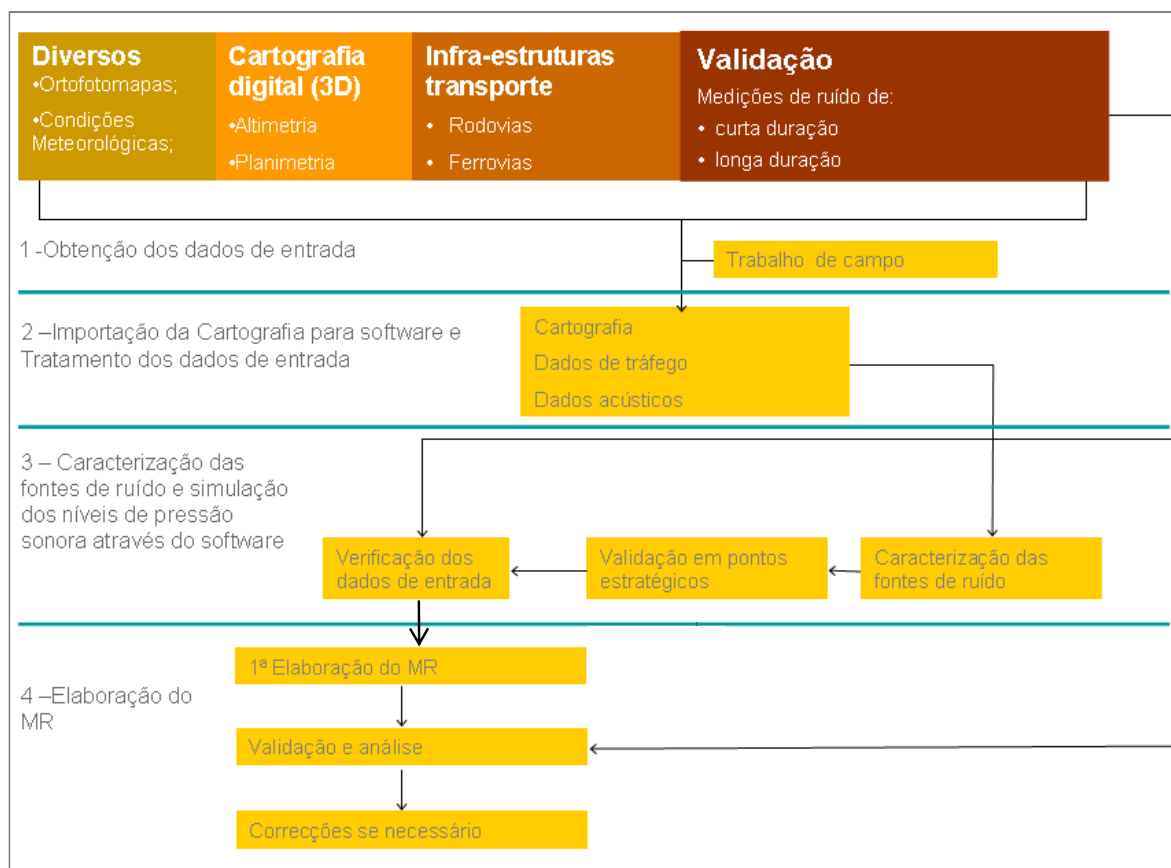


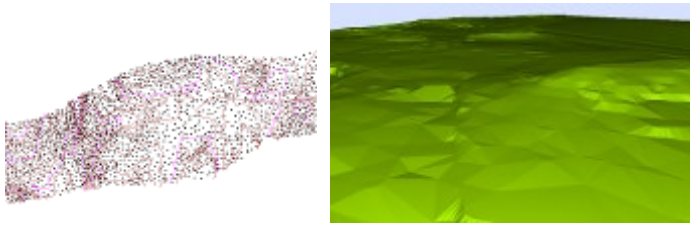
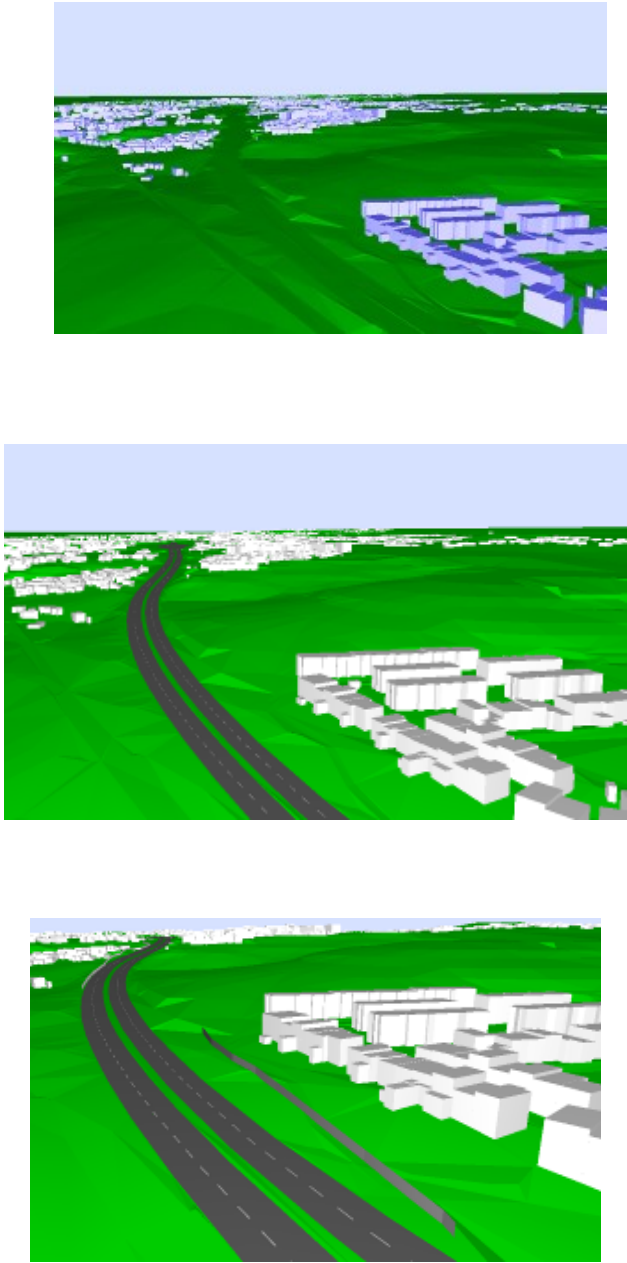
Figura 5-10 – Diagrama do procedimento técnico geral definido pela dBwave.i para elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transportes.

5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS

Todos os dados cartográficos são objeto de análise e de tratamento para posterior introdução no programa de cálculo e construção do modelo digital tridimensional do terreno da área de estudo.

Seguidamente apresenta-se um resumo do processo, utilizando o programa CadnaA:

Quadro 5-3 – Procedimento geral para a introdução de dados no modelo acústico.

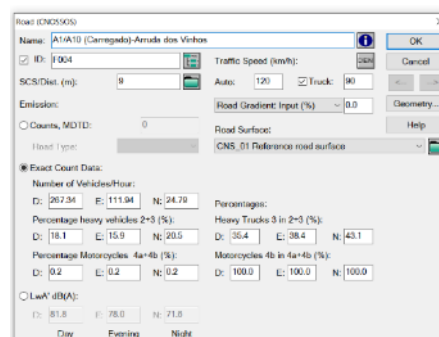
ALTIMETRIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de curvas de nível e pontos cotados; • Verificação de erros através do comando “3D-View”. 	
PLANIMETRIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução dos edifícios: <ul style="list-style-type: none"> - polígonos fechados; - localização; absorção - cota z da base ou cota z do topo absoluta; - altura (nº pisos); - população; - coeficiente de absorção de fachadas. • Verificação da implantação dos edifícios com orto-fotomapas sobrepostos. • Introdução da estrada: <ul style="list-style-type: none"> - eixo/eixos de via devidamente cotados, segundo perfis longitudinais, ou assentamento no modelo digital de terreno, com respetivos ajustes e correções; - implantação georeferenciada; - tipo de pavimento; - perfil da estrada. • Verificação da implantação da estrada através do comando “3D-Special”. • Barreiras acústicas (barreiras, taludes e muros em geral): <ul style="list-style-type: none"> - implantação (início, fim e distância à estrada); - altura; - coeficiente de absorção. • Verificação da implantação das barreiras através do comando “3D-Special”. 	
CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	

- Condições favoráveis/homogéneas;
- Temperatura (15° C), humidade relativa média anual (70%) e velocidade média dos ventos (m/s);

DADOS DE TRÁFEGO (POR DIA, TARDE, NOITE):

Dados de tráfego (por período de referência):

- Intensidade média de veículos por hora
- velocidade media de veículos ligeiros e pesados
- % de veículos pesados por hora



The screenshot shows the 'Road (CENSO)' dialog box in CadnaA. It includes fields for Name, ID, SCS/Dist, Emission, Road Gradient, Road Surface, and various traffic data inputs like Traffic Speed, Auto, Truck, and percentages for heavy vehicles and motorcycles. There are also buttons for OK, Cancel, and Help.

5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS

Uma vez introduzidos os dados necessários para o modelo de cálculo, verifica-se toda a informação e fazem-se as correções necessárias no programa CadnaA, já que este tem capacidade de tratamento cartográfico e de realização de operações como ajuste do modelo digital do terreno a um dado objeto, ou do objeto ao terreno.



Figura 5-11 – Tratamento e adaptação da cartografia e planimetria da zona a modelar para o programa de cálculo CadnaA (imagem exemplo).



Figura 5-12 – Validação das fontes sonoras introduzidas no modelo, por intermédio de registo sonoro em pontos considerados estratégicos para o efeito (imagens exemplo).

5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

De acordo com as Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, publicadas pela APA em dezembro de 2011, no seu ponto 3.5 – *Validação de longa duração*:

É essencial, por forma a conferir robustez ao mapa de ruído, que se proceda a uma validação dos resultados. Para tal, os valores apresentados no mapa devem ser comparados com valores de medições efectuadas em locais seleccionados. Uma vez que a simulação realizada se reporta a intervalos de tempo de longa duração (tipicamente, um ano), as medições acústicas para efeito de validação devem ser representativas de um ano. Assim, a metodologia a adoptar deve permitir validar, simultaneamente, a qualidade dos dados de entrada e o comportamento do modelo.

A selecção dos locais para a validação pode seguir os seguintes critérios: influência predominante de um só tipo de fonte, valores previstos que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas) ou próximos dos regulamentares, no perímetro da zona urbanizada mais próximo da fonte, e resultados aparentemente duvidosos.

Ainda segundo o referido ponto das Diretrizes:

Em relação aos tempos de medição, recomenda-se, pelo menos, 2 dias em contínuo, consecutivos ou não, por forma a poder ser considerado um intervalo de tempo de longa duração, o qual consiste em séries de intervalos de tempo de referência (ver item 3.9 da parte 1 da NP 1730). Devem ser escolhidos dias típicos, em que as condições de operação das fontes se aproximam das condições médias anuais e que foram introduzidas no modelo. No caso de a fonte apresentar marcadas flutuações sazonais (semanal ou mensal) de emissão sonora, devem ainda ser considerados dias adicionais de medições.

As medições realizadas tiveram uma duração mínima de 48 horas em contínuo, tendo sido utilizados sistemas de monitorização, constituídos por sonómetros integradores de classe de precisão 1, programados para registar valores de L_{Aeq} a intervalos de 1 segundo, instalados em malas à prova de intempérie, equipadas com baterias externas de longa duração ou ligados à corrente, e ligados ao respetivo microfone e pre-amplificador através de cabos de 10 metros. O microfone foi protegido por kits de proteção contra a intempérie e instalado no topo de uma vara com 4 m de altura, fixadas a vedações ou *rail* de Proteção junto da via. Os valores de L_d , L_e e L_n medidos foram obtidos através da média logarítmica dos valores de L_{Aeq} registados, nos intervalos correspondentes aos respetivos períodos de referência, sendo depois calculado o L_{den} .

O referido ponto das Diretrizes refere ainda:

A altura dos pontos de medição deve situar-se a $4,0 \pm 0,2$ metros acima do solo, em virtude dos mapas serem calculados para 4 m. Excepcionalmente, no caso de existirem constrangimentos de ordem técnica, pode ser aceitável a escolha de uma altura de medição de 1,5 m desde que, para esse ponto de validação, o valor de nível sonoro seja recalculado a essa mesma altura, mantendo todos os outros factores de cálculo iguais aos considerados no mapa de ruído.

A altura dos pontos de monitorização foi de $4,0 \pm 0,2$ metros acima do solo.

Por último, o mesmo ponto das Diretrizes refere também:

O cálculo pode ser aceite caso a diferença entre os valores calculados (retirados dos mapas de ruído elaborados) e os valores medidos não ultrapasse ± 2 dB(A), arredondado às unidades. Foi este o critério de comparação seguido e utilizado para, quando necessário, ajustar o modelo.

Para validar o modelo em questão, realizaram-se monitorizações de ruído em contínuo:

- Em 4 pontos junto à via, entre os dias 24 de fevereiro e 3 de março de 2022, nos seguintes sublanços:
 - Nó do Aeroporto - Nó de São Gonçalo (P1)
 - Nó de São Gonçalo – Nó de Belém (P2)
 - Nó de Belém – Nó da Manguinha (P3)
 - Nó da Manguinha – Nó de Lagoa (P4)
- Em 2 pontos junto à via, entre os dias 14 de abril e 21 de abril de 2022, nos seguintes sublanços:
 - Nó de Lagoa – Nó dos Remédios (P5)
 - Nó dos Remédios – Nó de Água de Pau (Poente) (P6)
- Em 1 ponto junto à via, entre os dias 12 de maio e 19 de maio de 2021, no seguinte sublanço:
 - Nó de Lagoa – Nó da Adutora (P7)

A escolha do local para a instalação destes pontos de medição teve em conta diversos fatores:

- Não influência relevante de outras fontes de ruído existentes nas imediações;
- Inexistência de ruído parasitas, como poderia ser o caso de ruído originado na vibração de uma placa de sinalização ou de um poste de fixação, ou o ruído de batimento entre o invólucro do microfone e o pré-amplificador e o poste de fixação, devido a oscilações provocadas pelo vento, etc.
- Procurou-se também evitar a presença, a menos de 3,5 m do microfone, de superfícies refletoras ou difractoras, em posição e orientação tais que pudessem influenciar a normal propagação em campo livre do ruído da via até ao microfone.

Instalaram-se os sistemas de monitorização de ruído (incluindo microfone com proteção à intempérie) colocando-o no topo de uma vara com 4 m de altura.

Para se proceder à validação do modelo acústico e das respectivas fontes (SCUT dos Açores), foi efetuada uma comparação dos valores de L_{Aeq} medidos “*in situ*” com os valores calculados pelo modelo. Estes dados recolhidos permitem aferir a validade do modelo criado pelo *software* com a realidade acústica do local, tendo em conta os ajustes de terreno e as características de emissão sonora das fontes. O modelo foi parametrizado de modo a reproduzir as condições observadas no local durante as medições acústicas.



Figura 5-13 – Localização do ponto P1 no Google Maps, no local e em 3D no modelo.

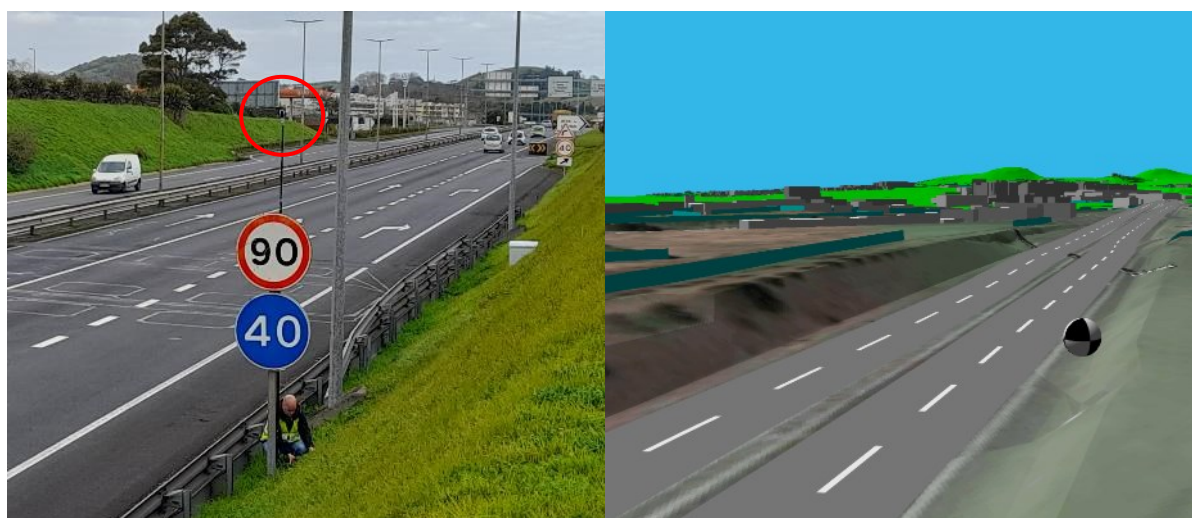


Figura 5-14 – Localização do ponto P2 no Google Maps, no local e em 3D no modelo.

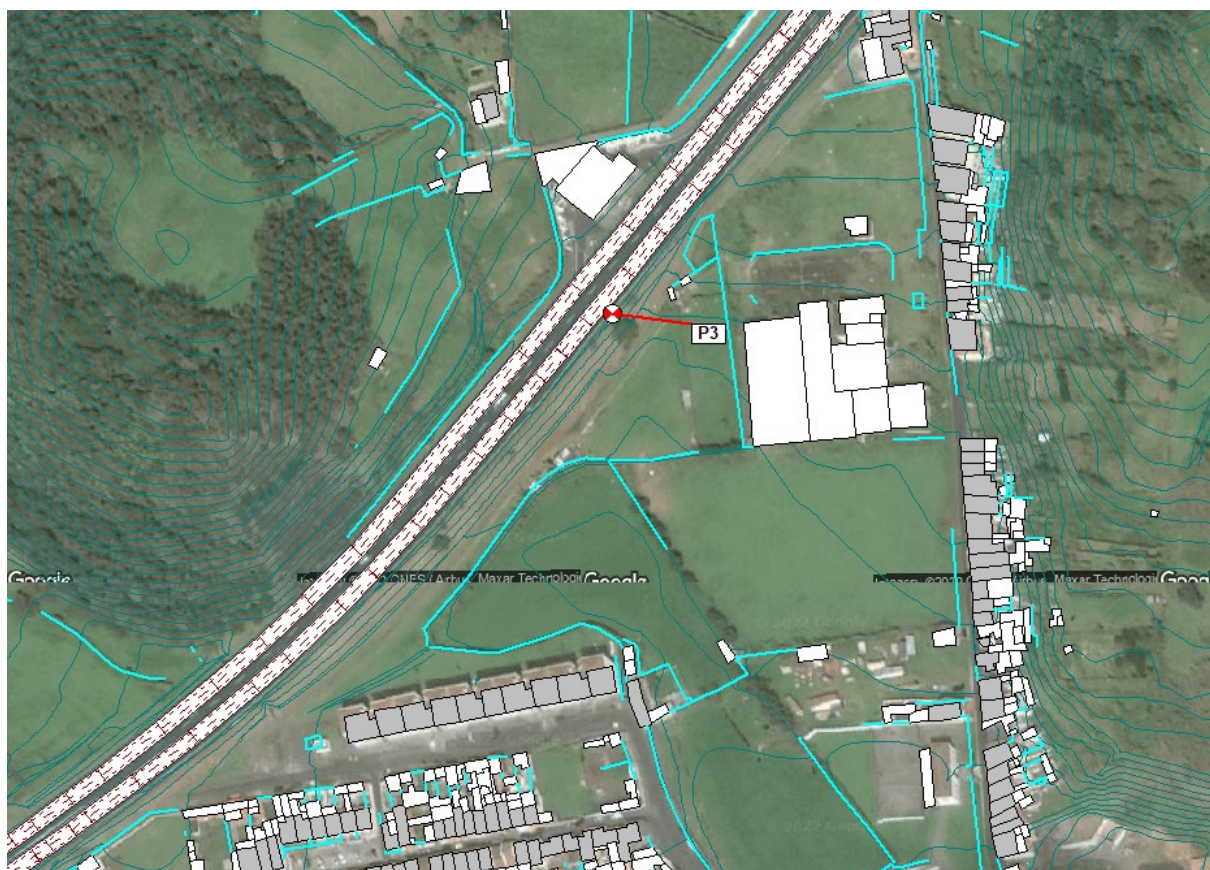


Figura 5-15 – Localização do ponto P3 no Google Maps, no local e em 3D no modelo.



Figura 5-16 – Localização do ponto P4 no Google Maps, no local e em 3D no modelo.

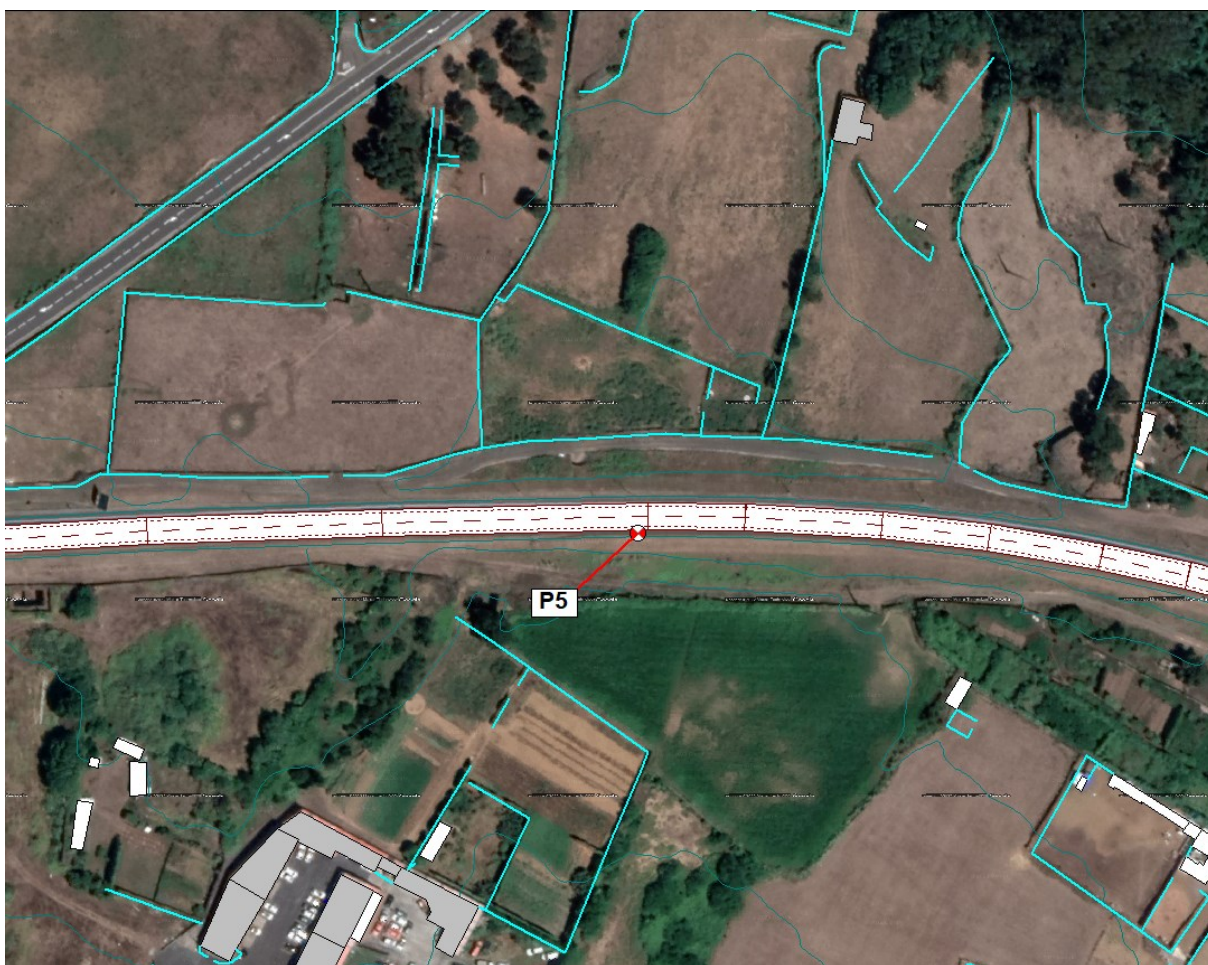




Figura 5-17 – Localização do ponto P6 no Google Maps, no local e em 3D no modelo.

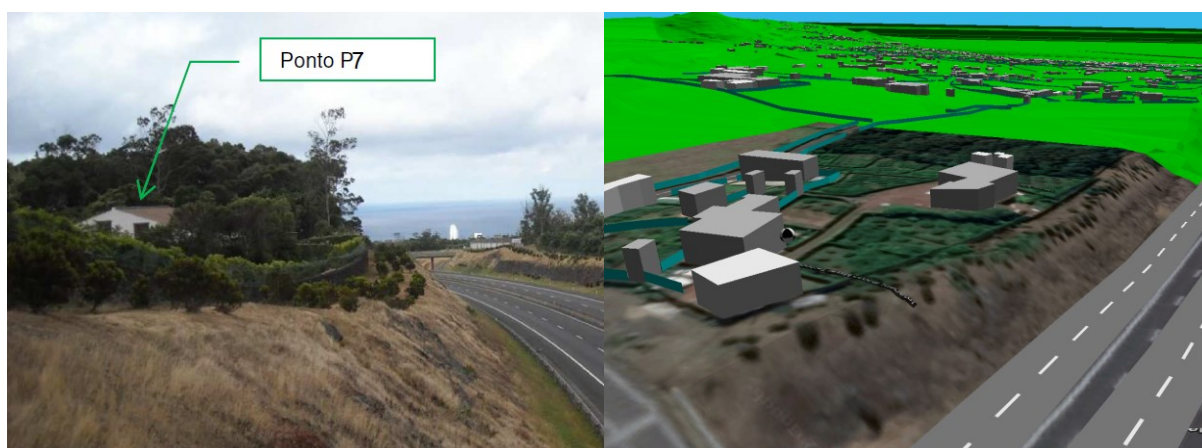


Figura 5-18 – Localização do ponto P7 no Google Maps, no local e em 3D no modelo.

No quadro seguinte são apresentados os resultados da validação do modelo acústico mediante a comparação dos níveis medidos e dos níveis calculados pelo modelo.

Quadro 5-4 – Resultados das monitorizações contínuas e comparação com os valores calculados pelo modelo nos mesmos pontos.

Ponto recetor	Indicador calculado [dB(A)]		Indicador medido [dB(A)]		Indicador calculado - Indicador medido [dB(A)]		Coordenadas EPSG			Requisito
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	X(m)	Y(m)	Z(m)	
P1	75,2	65,1	73,3	64,8	1,9	0,3	614914,69	4178514,82	90,94	≤ 2 dB
P2	76	65,9	74,8	65,7	1,2	0,2	619136,42	4178840,67	34,61	≤ 2 dB
P3	79	69	78	68,7	1	0,3	620307,28	4179247,78	30,9	≤ 2 dB
P4	76,6	66,6	74,3	65	2,3	1,6	624100,18	4179545,34	69,23	≤ 2 dB
P5	73,3	62,8	72,9	64,5	0,4	-1,7	626043,43	4179280,1	80,95	≤ 2 dB
P6	71,2	60,6	71,6	62	-0,4	-1,4	628491,28	4177202,7	151,87	≤ 2 dB
P7	59,9	49,3	58,9	49,5	1	-0,2	625169,4	4180824,94	160,17	≤ 2 dB

Verifica-se que o critério de desvio inferior a 2 dB(A) entre os valores medidos e calculados é integralmente cumprido em todos os pontos considerados.

Tendo em conta os resultados apresentados, considera-se que o modelo está validado, no que respeita ao ajuste entre os indicadores de ruído previstos e medidos.

5.5.4. CÁLCULO DOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

Uma vez devidamente validada toda a cartografia introduzida, incluindo as fontes sonoras e os seus dados acústicos e geométricos, mediante comparação entre valores medidos e calculados em pontos recetores discretos, inicia-se a fase de cálculo de mapas de ruído. Antes de se proceder à emissão do trabalho final, são efetuados cálculos preliminares para identificação de eventuais problemas e para análise prévia com o cliente, fazendo-se, se necessário, correções e ajustes ao modelo. Deste modo tenta garantir-se que, quando concluído, o trabalho apresente o máximo rigor possível.

São calculados mapas de níveis sonoros onde são calculados os indicadores de ruído relevantes numa malha de pontos equi-espaçados, tipicamente a 4 m de altura do solo, a partir dos quais o programa traça as isófonas.

São calculados ainda mapas de exposição ao ruído, em que o cálculo é efetuado em pontos recetores distribuídos pelas fachadas dos edifícios sensíveis, também à altura de 4 m acima do solo. A partir deste cálculo, e tendo em conta a distribuição populacional pelas diversas áreas do território, calcula-se a população exposta ao ruído gerado pela fonte em causa, por intervalos dos indicadores de ruído, conforme especificado pelo DLR 23/2010/A.

Para acelerar o processo de cálculo é utilizado o centro de cálculo de mapas de ruído da dBwave.i, com vários computadores em paralelo totalmente dedicados a calcular mapas de ruído em processamento segmentado (Program Controlled Segmented Processing), com a licença CadnaA-Calc. Com esta tecnologia, a área de cálculo é subdividida em pequenas secções, sendo que cada computador calcula independente e automaticamente uma secção de cada vez, gravando-a num local predefinido e em seguida começa a processar outra área, sem que haja duplicação de cálculo nem subaproveitamento do poder de cálculo disponível.

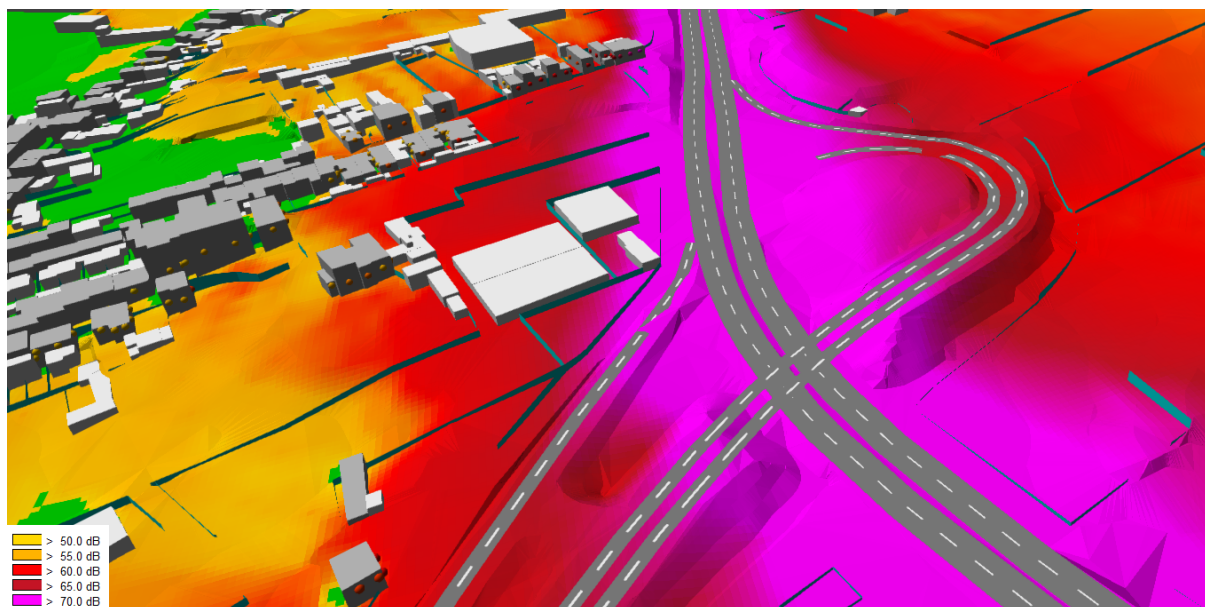


Figura 5-19 – Visualização 3D do modelo do MER da SCUT (L_{den}) no sublanço Nó do Aeroporto – Nó de São Gonçalo, perto da saída para o centro de Ponta Delgada

5.5.5. IMPRESSÃO FINAL DOS MAPAS

Uma vez calculados os mapas de ruído pretendidos, procede-se à impressão final dos mapas em formato digital PDF e à sua exportação para diversos formatos, conforme necessário: “*shapefiles*”, HTML, DXF, etc.

6. RESULTADOS

6.1. INTRODUÇÃO

A metodologia definida para a elaboração de mapas estratégicos de ruído assenta na realização de mapas estratégicos de ruído de acordo com o seguinte:

- Mapas estratégicos de ruído – escalas de trabalho 1/5000 e 1/10000, sendo os mapas de ruído apresentados à escala 1/5000; esta fase traduz-se nos seguintes resultados, apresentados nos anexos em formato A3:
 - o Mapas de níveis sonoros, para os indicadores L_{den} e L_n (Anexos I.1 e I.2, respetivamente);

O código de cores utilizado nos mapas de ruído é o indicado pela APA nas Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, de dezembro de 2011, e que se apresenta na figura seguinte. Ter em conta que as áreas com L_{den} abaixo de 50 dB(A) e as áreas com L_n abaixo dos 40 dB(A) são representadas a branco.











Classes do Indicador	Cor		RGB
$L_{den} \leq 55$	ocre		255,217,0
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja		255,179,0
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão		255,0,0
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim		196,20,37
$L_{den} > 70$	magenta		255,0,255
$L_n \leq 45$	verde escuro		0,181,0
$45 < L_n \leq 50$	amarelo		255,255,69
$50 < L_n \leq 55$	ocre		255,217,0
$55 < L_n \leq 60$	laranja		255,179,0
$L_n > 60$	vermelhão		255,0,0

Figura 6-1 – Código de cores para mapas de ruído definido pela APA.

6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS

Os mapas de níveis sonoros são apresentados, como já referido, nos Anexos I.1 e I.2, para os indicadores L_{den} e L_n respetivamente. São mapas de linhas isófonas elaborados a partir dos níveis de ruído calculados em pontos recetores equi-espçados numa malha de 5 x 5 m e a uma altura do solo de 4 m, ao longo de toda a zona de estudo. Os mapas apresentados são os seguintes:

- Mapa de níveis sonoros de L_{den} em dB(A), a uma altura de 4 metros sobre o nível do solo, com a representação de linhas isófonas que delimitam as seguintes gamas:]55,60];]60,65];]65,70];]70,∞[.
- Mapa de níveis sonoros de L_n em dB(A), a uma altura de 4 metros sobre o nível do solo, com a representação de linhas isófonas que delimitem as seguintes gamas:]45,50] ;]50,55];]55,60];]60,∞[.

Nas figuras seguintes apresentam-se extratos dos mapas de níveis sonoros incluídos no Anexo I.

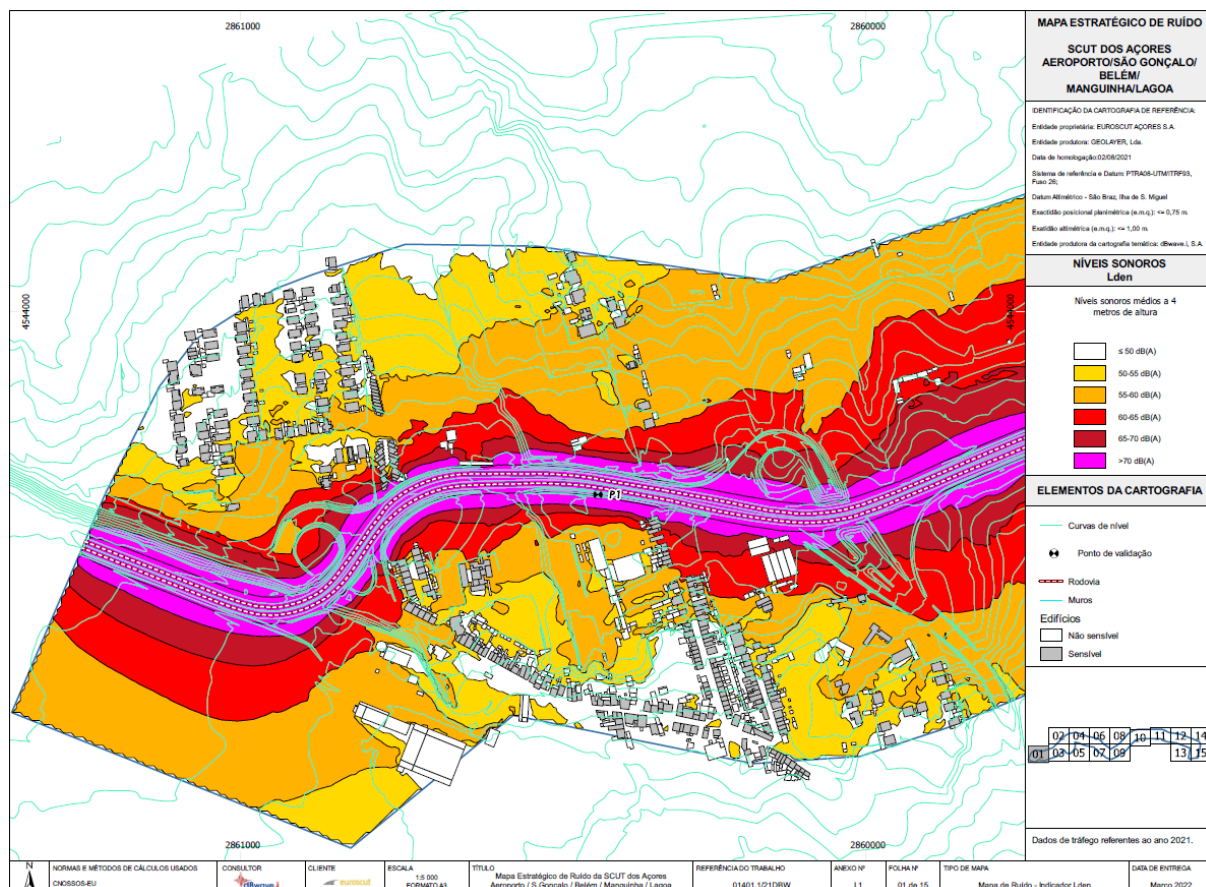


Figura 6-2 – Extrato do MER da SCUT dos Açores para o indicador Lden.

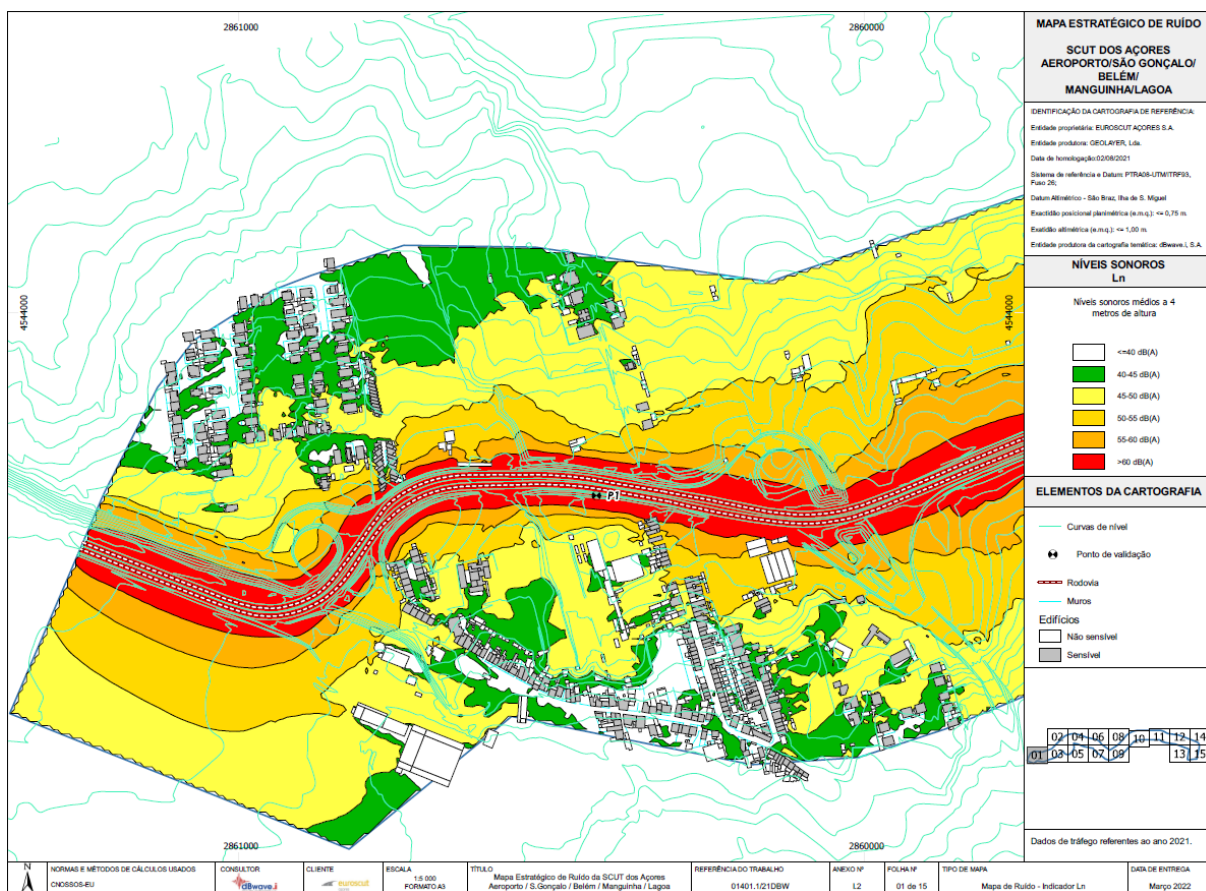


Figura 6-3 – Extrato do MER da SCUT dos Açores para o indicador L_n .

A análise das emissões de ruído da SCUT revela a existência de níveis sonoros elevados para a sua envolvente, sendo que os sublanços com maior circulação de tráfego são entre o Nó do Aeroporto e o Nó da Manguinha. Importa ainda referir que esses sublanços apresentam um TMH superior a 1200 veículos por sentido no período diurno. Por outro lado, a partir do nó de Lagoa e em direção a Água de Pau, observa-se uma redução significativa do volume de tráfego comparativamente aos sublanços entre o Aeroporto e o Nó de Lagoa, nalguns casos bastante superior a 50% em qualquer período.

O facto de alguns troços estarem limitados a 100 ou 90 km/h (80 ou 70 km/h para os pesados) em vez dos habituais 120 km/h (90 km/h para os pesados) para este tipo de vias ajuda a explicar os níveis sonoros mais baixos em alguns locais.

A observação dos mapas de níveis sonoros revela que a extensão das manchas de níveis de ruído mais elevados nem sempre coincidem com a maior potência sonora associada à via, o que se deve à existência de obstáculos à propagação sonora, designadamente o efeito da topografia do terreno, reduzindo-se drasticamente as áreas de maior ruído nos troços que se desenvolvem em escavação ou atravessados por viadutos de grandes dimensões.

Através da análise das figuras anteriores percebe-se que as faixas de valores superiores a 65 dB(A) para o L_{den} e de 55 dB(A) para o L_n não são muito extensas em vários locais mas o facto da via atravessar uma zona bastante urbanizada, com muitas habitações na proximidade da mesma, faz que com que haja um número significativo de pessoas expostas a níveis acima dos limites regulamentares

6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA

Os resultados para a população exposta ao ruído da SCUT dos Açores são apresentados sob a forma de quadros. Estes quadros têm por objetivo apresentar os dados que relacionam os níveis de ruído nas fachadas de edifícios habitacionais com o número de pessoas que nelas habitam. Estes quadros reúnem a seguinte informação:

- O número estimado de pessoas (em centenas) que vivem, fora das aglomerações, em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_{den} , em dB(A), a uma altura de 4 m na fachada mais exposta:]55,60];]60,65];]65,70];]70,75]; e $L_{den} > 75$;
- O número estimado de pessoas (em centenas) que vivem (fora das aglomerações) em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_n , em dB(A), a uma altura de 4 m (ou 1,5 metros para Habitações Têrreas), na fachada mais exposta:]45,50];]50,55];]55,60];]60,65];]65,70]; e $L_n > 70$.

Para o cálculo dos níveis de ruído de fachada é considerado unicamente o som incidente sobre a fachada do edifício objeto de análise em cada caso, mas tem-se em conta as possíveis reflexões dos restantes edifícios e obstáculos.

Nos quadros que seguem, apresentam-se os resultados obtidos para a SCUT dos Açores em termos de população exposta por classes de ruído, de acordo com as indicações do DLR 23/2010/A. Além destes quadros, apresentam-se ainda os resultados obtidos no que respeita à área total exposta às várias classes de ruído, assim como informação acerca do número de habitações e fogos expostos a esses níveis.

Quadro 6-1 – População exposta ao ruído da SCUT dos Açores no concelho de Ponta Delgada.

Ponta Delgada	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	22
60 < Lden ≤ 65	10
65 < Lden ≤ 70	4
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Ponta Delgada	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	29
50 < Ln ≤ 55	12
55 < Ln ≤ 60	6
60 < Ln ≤ 65	1
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Ponta Delgada	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	2229
60 < Lden ≤ 65	1001
65 < Lden ≤ 70	425
70 < Lden ≤ 75	23
Lden > 75	17

Ponta Delgada	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	2903
50 < Ln ≤ 55	1195
55 < Ln ≤ 60	552
60 < Ln ≤ 65	73
65 < Ln ≤ 70	17
Ln > 70	0

Quadro 6-2 – População exposta ao ruído da SCUT dos Açores no concelho de Lagoa.

Lagoa	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	6
60 < Lden ≤ 65	1
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Lagoa	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	8
50 < Ln ≤ 55	2
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Lagoa	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	606
60 < Lden ≤ 65	145
65 < Lden ≤ 70	33
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Lagoa	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	813
50 < Ln ≤ 55	156
55 < Ln ≤ 60	32
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-3 – População exposta ao ruído da SCUT dos Açores no concelho da Ribeira Grande.

Ribeira Grande	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	0
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Ribeira Grande	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	0
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Ribeira Grande	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	0
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Ribeira Grande	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	0
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-4 – População exposta ao ruído da SCUT dos Açores no total dos concelhos.

TOTAL	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	28
60 < Lden ≤ 65	11
65 < Lden ≤ 70	5
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

TOTAL	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	37
50 < Ln ≤ 55	14
55 < Ln ≤ 60	6
60 < Ln ≤ 65	1
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

TOTAL	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	2835
60 < Lden ≤ 65	1146
65 < Lden ≤ 70	458
70 < Lden ≤ 75	23
Lden > 75	17

TOTAL	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	3716
50 < Ln ≤ 55	1351
55 < Ln ≤ 60	584
60 < Ln ≤ 65	73
65 < Ln ≤ 70	17
Ln > 70	0

No Quadro 6-5 apresentam-se os dados de superfícies totais (em km²) expostas a valores de Lden superiores a 55, 65 e 75 dB(A) e, também, o número total estimado de fogos habitacionais (em centenas) e o número total estimado de pessoas (em centenas) que vivem em cada uma dessas zonas.

Quadro 6-5 – Quadro de áreas totais e de n.º estimado de fogos habitacionais e pessoas, em centenas, que vivem nessas áreas.

SCUT Açores	Área total (km ²)	N.º estimado de fogos habitacionais expostos à SCUT (centenas)	N.º estimado de pessoas expostas à SCUT (centenas)
Lden > 75	0,4	0	0
Lden > 65	2,1	2	5
Lden > 55	7,9	18	45

SCUT Açores	Área total (km ²)	N.º estimado de fogos habitacionais expostos à SCUT (unidades)	N.º estimado de pessoas expostas à SCUT (unidades)
Lden > 75	0,4	7	17
Lden > 65	2,1	199	498
Lden > 55	7,9	1799	4479

7. CONCLUSÕES

A entrada em vigor da Diretiva (UE) 2015/996 veio introduzir um novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído - CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe). De acordo com o Decreto Legislativo Regional nº 23/2010/A que transpõe a referida diretiva, compete às entidades gestoras ou concessionárias de grandes aeroportos e de grandes infraestruturas de transporte portuário e rodoviário, elaborar e rever os MER e os PA das mesmas (nº 1 do artigo 32º).

Neste contexto, compete à Euroscut Açores Sociedade Concessionária da Scut dos Açores, S.A. proceder à elaboração dos MER para os troços das infraestruturas rodoviárias sob sua concessão classificados como GIT de transporte rodoviário, ou seja, aqueles em que se verifiquem mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano.

O presente MER enquadra-se na quarta fase de implementação da Diretiva n.º 2002/49/CE e incide sob sete sublanços (cerca de 21,5 km de extensão total).

A metodologia utilizada neste estudo está de acordo com o estipulado na legislação aplicável e nas Diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente e contemplou a realização de mapas de ruído à escala de trabalho 1/5000 e 1/10000, sendo os mapas de ruído apresentados à escala 1/5000. A área de estudo foi definida com 300 metros de cartografia para cada lado do eixo de via e engloba os concelhos de Ponta Delgada e Lagoa.

Todos os resultados apresentados se referem ao ano de 2021, de acordo com o indicado no DLR 23/2010/A, tendo-se por isso utilizado os dados de tráfego fornecidos pela concessionária referentes a esse ano. Foram ainda considerados os tipos de pavimento (camada de desgaste da via) existentes à data, com base em informação fornecida pela concessionária.

O modelo foi validado por comparação entre a realidade observada no trabalho de campo realizado com a observação do modelo através de visualizações a três dimensões. Os resultados em termos de níveis de ruído foram também validados mediante comparação entre valores medidos e valores calculados num ponto recetor discreto, tendo a monitorização sido realizada em 7 pontos (1 por sublanço em estudo), com um mínimo de 48 horas em contínuo.

Os resultados obtidos são apresentados neste relatório e no respetivo anexo, constituído por cartas em formato A3 que representam os mapas de níveis sonoros para os indicadores de referência L_{den} e L_n .

Da análise dos resultados conclui-se que, na generalidade, a SCUT dos Açores provoca várias situações de sobre-exposição ao ruído na sua envolvente próxima, acima dos limites regulamentares definidos para zonas mistas ($L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A)). No caso do L_{den} , estimou-se a existência de cerca de 5 centenas de pessoas expostas acima do limite regulamentar e, no caso do L_n , cerca de 7 centenas de pessoas acima do respetivo limite regulamentar. Esta situação deve-se essencialmente ao facto de a infraestrutura atravessar zonas bastantes urbanizadas com um número significativo de habitações na envolvente próxima da via. A esmagadora maioria das situações de sobre-exposição identificadas situam-se no concelho de Ponta Delgada.

No futuro próximo, de acordo com o DLR 23/2010/A e tendo em conta a existência de algumas situações de sobre-exposição, esta infraestrutura será objeto de Plano de Ação para redução do ruído.

No Plano de Ação, e uma vez identificadas as situações concretas de sobre-exposição, serão levadas em conta as medidas de proteção acústica que tenham entretanto sido implementadas e, quando

necessário, indicadas medidas adicionais e analisados os respetivos efeitos na exposição ao ruído da população.

Um aspeto crucial para assegurar a eficácia e sustentabilidade das medidas de controle de ruído que venham a ser implantadas no futuro, tem a ver com o planeamento e ordenamento do território ao nível municipal, de modo a evitar o surgimento de novas zonas residenciais e outras com elevada sensibilidade acústica nas imediações desta fonte de ruído.

Os mapas estratégicos de ruído aqui apresentados poderão ter um papel importante nesse aspeto, já que, ao exibirem informação relevante e rigorosa sobre a distribuição espacial do ruído em redor das infraestruturas, podem apoiar os decisores municipais na elaboração dos seus planos, bem como ao nível dos licenciamentos. É de referir ainda que, no âmbito do DLR 23/2010/A, todos estes municípios têm também de elaborar os seus mapas de ruído. Esses mapas à escala municipal não apresentam o nível de exigência de um mapa estratégico de ruído, mas permitem obter informação essencial e de uso obrigatório em sede de revisão de planos diretores municipais, bem como os seguintes planos de redução de ruído municipais.

Elaborado por:

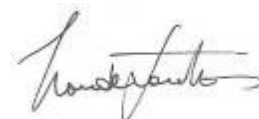
Jorge Preto

A handwritten signature in blue ink, reading 'Jorge Preto'.

Técnico Superior

Verificado e aprovado por:

Luís Conde Santos

A handwritten signature in blue ink, reading 'Luís Conde Santos'.

Diretor Técnico

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de Junho (Regulamento Geral de Ruído e de Controlo da Poluição Sonora).
2. Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3, publicadas pela APA em Dezembro de 2011.
3. Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3, publicadas pela APA em Dezembro de 2011.
4. Ramos Pinto, F., Guedes, M. & Leite, M. J., Projecto-Piloto de Demonstração de Mapas de Ruído – Escalas Municipal e Urbana, Instituto do Ambiente, 2004
5. Directrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias, DGA / DGOTDU, 2001.
6. Recomendações para Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros, DGA / DGOTDU, 2001.
7. NP ISO 1996-1 (2019) "Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação"
8. NP ISO 1996-2 (2019) "Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora."
9. Directiva Comunitária 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente, de 25 de Junho de 2002.
10. Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente, Instituto do Ambiente, Abril 2003.
11. Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão de 19 de maio de 2015 que estabelece métodos comuns de avaliação do ruído de acordo com a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho.
12. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévision des niveaux sonores", CETUR, 1980.
13. Recomendação da Comissão Europeia 2003/613/EC, 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, de 6 de Agosto de 2003.
14. Wolfgang Probst, Implementation of the EU-directive on Environmental Noise Requirements for Calculation Software and Handling with CadnaA, 2003.
15. "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure", European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), 2006.
16. "Mapas Estratégicos de Ruído e Planos de Acção nas Auto-Estradas Portuguesas". Margarida Braga, Jorge R. Preto, Christine A. Matias, Luís Conde Santos. TECNIACÚSTICA 2011, 42º Congresso Español de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica, European Symposium on Environmental Acoustics and nn Buildings Acoustically Sustainable, Cáceres, Outubro 2011.
17. "Reabilitação de pavimentos - reabilitação das características de superfície para a diminuição do ruído pneu-pavimento." Elisabete Freitas, Paulo Teixeira. Universidade do Minho.

18. “Contribuição para o estudo da atenuação seletiva do ruído de tráfego rodoviário”. Mário Miguel de Abreu Martins. Tese de doutoramento em engenharia civil. Universidade de Coimbra, Julho de 2014.

ANEXOS

Anexo I – Mapas Estratégicos de Ruído (1:5000)

Anexo II – Mapas Estratégicos de Ruído em Formato A3