Mapa de Ruído do Município de Vila Franca do Campo

Versão Final

Referência do relatório: 0064.1_22DBW_MRPC_250_22-VF_rev01

Data do relatório: Maio 2022

Nº. total de páginas (excluindo anexos): 27

Mod. 60-05.03

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.
LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício E – Taguspark, 2780-920 Porto Salvo | Tel: +351 214228950
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 E OBJETIVO 3

2. CONTEXTO LEGISLATIVO 4

2.1. DEFINIÇÕES 4
2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL E NORMATIVO DOS MAPAS DE RUÍDO 6

3. METODOLOGIA 8

3.1. MAPAS DE RUÍDO – DESCRIÇÃO BREVE 8
3.2. MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE VILA FRANCA DO CAMPO 9
3.3. *SOFTWARE* UTILIZADO 9
3.4. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS 9
3.4.1. Tráfego rodoviário 9
3.4.2. Indústrias 12

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO 14

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MODELO 14
4.1.1. Identificação da área de estudo 14
4.1.2. Área do mapa e área de estudo 15
4.1.3. Caracterização climática 16
4.1.4. Altimetria 16
4.1.5. Planimetria 17
4.2. FONTES DE RUÍDO 18
4.2.1. Tráfego rodoviário 18
4.2.2. Indústrias 20
4.3. CONFIGURAÇÃO DE CÁLCULO 21
4.4. VALIDAÇÃO DO MODELO 21
4.4.1. Equipamentos utilizados 22
4.4.2. Validação junto às fontes sonoras 22

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 25

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 27

- **ANEXO I –** Identificação das fontes de ruído (1:5 000) – formato A1
- **ANEXO II** – Mapas de ruído L_{den} e L_n (1:5 000) – formato A1
- **ANEXO III** – Mapas de ruído L_{den} e L_n (1:25 000) – formato A1

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

Mapa de Ruído do Município de Vila Franca do Campo

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projecto	Mapa de Ruído do Município de Vila Franca do Campo
Cliente	Município da Vila Franca do Campo
Morada	Praça da República 9680-115 Vila Franca do Campo
Localização do projecto	Vila Franca do Campo, São Miguel, Açores
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário Áreas industriais
Data(s) do trabalho de campo	9 a 15 março 2022
Data de emissão	Maio 2022

Este relatório é uma revisão do relatório com a referência 0064.1_22DBW_MRPC_250_22-VF, emitido em Março 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 da dbwave.i.
- Madalena Vaz de Miranda, Eng. do Ambiente (FCT/UNL), Mestrado em Ordenamento do Território e Impactes Ambientais (FCT/UNL) – Técnica Superior da dbwave.i.
- Tiago Amaral, Eng. Mecânico – Técnico Superior da Norma Açores.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho, aprova o Regulamento Geral do Ruído e de Controlo da Poluição Sonora na Região Autónoma dos Açores. Este diploma visa a salvaguarda da segurança, da saúde humana e o bem-estar das populações face ao risco resultante da existência de níveis excessivos de ruído ambiental bem como laboral, no que respeita à exposição dos trabalhadores.

De acordo com a legislação citada, a elaboração, alteração ou revisão de Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT) devem recorrer a informação acústica adequada, devendo as Câmaras Municipais promover, para esse efeito, a elaboração de mapas de ruído.

Este mesmo diploma transpõe ainda para ordem jurídica regional a Diretiva Comunitária Relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (Diretiva 2002/49/CE).

De acordo com esta legislação regional, as 24 h do dia são divididas por três períodos de referência:

- Diurno – 07h00 – 21h00;
- Entardecer – 21h00 – 23h00;
- Noturno – 23h00 – 07h00.

Os indicadores relevantes para elaboração de mapas de ruído são o indicador de ruído diurno-entardecer-noturno, L_{den}, e o indicador de ruído noturno, L_n.

A área de estudo diz respeito ao concelho de Vila Franca do Campo, que se encontra em processo revisão de PDM.

Como objetivos de carácter genérico e aplicáveis a este tipo de estudo acústico, destacam-se os seguintes:

- Preservar zonas com níveis sonoros regulamentares;
- Corrigir zonas com níveis sonoros não regulamentares;
- Criar novas zonas sensíveis ou mistas com níveis sonoros compatíveis.

Nesse intuito, este estudo desenvolve um modelo acústico tridimensional de toda a área em estudo, analisando os resultados, nas seguintes perspetivas:

- Mapas de ruído para os indicadores L_{den} e L_n a uma altura de 4 metros considerando as principais fontes de ruído (grandes eixos rodoviários e indústrias).

O modelo criado é elaborado de forma a dispor-se de uma ferramenta evoluída e evolutiva para a gestão e controlo da poluição sonora existente nessa área, apresentando um potencial que não se esgota nos resultados apresentados. A escala de representação das peças desenhas correspondem à escala da cartografia de base (1:5 000).

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave Mod. 60-05.03

2. CONTEXTO LEGISLATIVO

A legislação em que se baseiam as disposições legais elaboradas e apresentadas neste trabalho é descrita no Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho, e nas diversas Notas Técnicas elaboradas pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente).

2.1. DEFINIÇÕES

De seguida apresentam-se algumas definições importantes relativas à elaboração de Mapas de Ruído:

- Área de Estudo – A área de estudo, é uma área que geralmente é superior à área do mapa, onde poderão existir fontes de ruído que, apesar de se localizarem fora da área do mapa, poderão ter influência nos níveis sonoros aí existentes;

- Área do Mapa – Área onde se pretende conhecer os níveis sonoros;

- Grande aglomeração – uma cidade com uma população residente superior a 20 000 habitantes no interior dos respectivos limites legalmente fixados, uma freguesia com uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado ou qualquer área em que a população e as actividades económicas se encontrem instaladas de forma suficientemente concentrada formando uma localidade onde, em pelo menos um quilómetro quadrado do território, a densidade populacional seja superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado;

- Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno ou L_{den} – indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global atribuível ao ruído ambiente, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10\log_{10}\frac{1}{24}\left(14\times10^{\frac{L_d}{10}} + 2\times10^{\frac{Le+5}{10}} + 8\times10^{\frac{L_n+10}{10}}\right)$$

sendo:

  - L_d o indicador de ruído diurno (L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente diurno);
  - L_e o indicador de ruído entardecer (L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente entardecer);
  - L_n o indicador de ruído noturno (L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente noturno).

- Mapa de Ruído – Apresentação de dados sobre uma situação de ruído existente ou prevista em termos de um indicador de ruído, onde se representam as áreas e os contornos das zonas de ruído às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A), valores esses calculados numa malha quadrada de pontos e a uma dada altura relativamente ao solo (tipicamente 1,5 ou 4 metros);

- Mapas de Conflito – Mapas em que se representa as diferenças entre os níveis de ruído e os valores limite definidos para uma dada zona;

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

- Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, L_{Aeq}, 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,

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

sendo:

L (t) o valor instantâneo do nível sonoro em dB (A);
T o período de tempo considerado.

- Período de Referência – segundo o DLR n.º 23/2010/A, é 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 (7h às 21h), período do entardecer (21h às 23h) e período noturno (23h às 7h);

- Planeamento Acústico – O futuro controlo de ruído através de medidas programadas; inclui o ordenamento de território, engenharia de sistemas para o tráfego, planeamento do tráfego, redução por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo de ruído na fonte;

- Ruído Ambiente – 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 Particular (ou Ruído Perturbador) – Componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

- Ruído Residual (ou Ruído de Fundo) – Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação;

- Valor Limite – Valor de L_{den} ou de L_n que, conforme determinado pelo Estado-membro (em Portugal correspondente aos valores impostos para zonas sensíveis ou mistas), caso seja excedido, será ou poderá ser objeto de medidas de redução por parte das autoridades competentes;

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

- Zona Sensível - 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 tranquila de uma aglomeração - 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 - Zona delimitada no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento.

- Zona Urbana Consolidada - Zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL E NORMATIVO DOS MAPAS DE RUÍDO

Relativamente aos limites máximos de exposição, o DLR n.º 23/2010/A indica, no Capítulo IV, no ponto 1 do Artigo 22º, o seguinte:

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_n;

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_n;

c) 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;

d) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura 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;

e) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura 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.

Refere ainda no ponto 3 do mesmo artigo que:

Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 8º, 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).

O DLR n.º 23/2010/A refere ainda, nos artigos 9º e 10º, que os municípios em cujo território se localizem grandes aglomerações (ver **2.1. DEFINIÇÕES** - Grande aglomeração) estão obrigados a elaborar mapas estratégicos de ruído nos termos do disposto no anexo IV do mesmo diploma, o qual é parte integrante, e que as zonas sensíveis ou mistas com ocupação expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores limite fixados no artigo 22º são objecto de planos de acção, nos termos do artigo 16º do mesmo diploma.

É ainda importante referir que a Agência Portuguesa de Ambiente (APA) é responsável pela definição de directrizes para elaboração de mapas de ruído. Nesse intuito, foram publicadas as referidas

directrizes em Março de 2007 e revistas em Dezembro de 2011, das quais se destacam os seguintes aspetos técnicos a ter em consideração na elaboração de mapas de ruído:

- Todos os mapas de ruído devem reportar-se aos indicadores L_{den} e L_n, ambos calculados a uma altura acima do solo de 4 metros.

- Para elaboração dos mapas de ruído municipais recomendam-se os métodos de cálculo referidos no Anexo I da DRA.

- A cartografia base deve incluir a altimetria do terreno (curvas de nível cotadas), a localização e altura dos edifícios, das fontes de ruído (infra-estruturas de transporte e fontes fixas) e dos obstáculos permanentes à propagação do ruído (por exemplo, muros e barreiras acústicas).

- 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.

- Os mapas para articulação com o PDM devem incluir, pelo menos as seguintes fontes de ruído:

    1. As as rodovias cujo tráfego médio diário anual (TMDA) ultrapasse 8 000 veículos;

    2. As ferrovias, incluindo as linhas da rede principal e complementar, o metropolitano de superfície, com 30 000 ou mais passagens de comboios por ano;

    3. Todos os aeroportos e aeródromos;

    4. as fontes fixas abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição.

- Os mapas para articulação com PU e PP devem incluir todas as fontes sonoras com emissões para o exterior.

- Os valores apresentados no mapa devem ser comparados com valores de medições efectuadas em locais seleccionados, através de uma ou mais medições de longa duração (duração mínima de 48 horas).

- Deve ser considerada, pelo menos, a primeira ordem de reflexões para os mapas de ruído à escala do PDM e mapas estratégicos de ruído e, pelo menos, a segunda ordem de reflexões para mapas às escalas de PU ou PP.

- É recomendada uma malha de cálculo não superior a 20 m por 20 m para mapas de ruído à escala do PDM e mapas estratégicos de ruído e não superior a 10 m por 10 m para mapas de ruído à escala de PU e PP e mapas estratégicos de aglomerações.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

3. METODOLOGIA

3.1. MAPAS DE RUÍDO – DESCRIÇÃO BREVE

Desde a publicação do Livro Verde (1996) da "*Future Noise Policy for EU*" que ficou claramente definido que, a nível comunitário, toda a política do ruído ambiental se passará a basear na cartografia do ruído, inserida em sistemas de informação geográfica e considerada como ferramenta essencial de planeamento urbano, municipal e regional.

O desenvolvimento de técnicas de modelação da emissão e propagação sonora, a par do enorme aumento das capacidades de memória e cálculo dos sistemas informáticos, permitiram o aparecimento, nos últimos anos, de programas informáticos capazes de modelar, com boa precisão e relativa rapidez, as mais complexas situações de geração e propagação de ruído.

Os resultados são normalmente apresentados sob a forma de linhas isofónicas e/ou manchas coloridas, representando as áreas cujo nível de ruído se situa numa dada gama de valores, ou seja, Mapas de Ruído.

Figura 3-2 – Mapa de ruído em planta

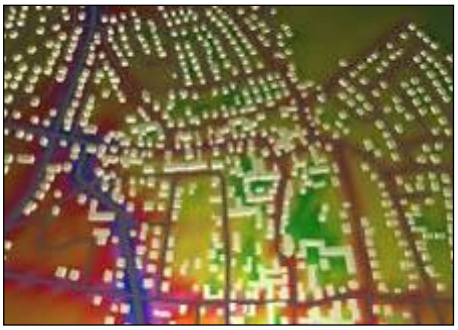


Figura 3-1 – Mapa de ruído em 3D

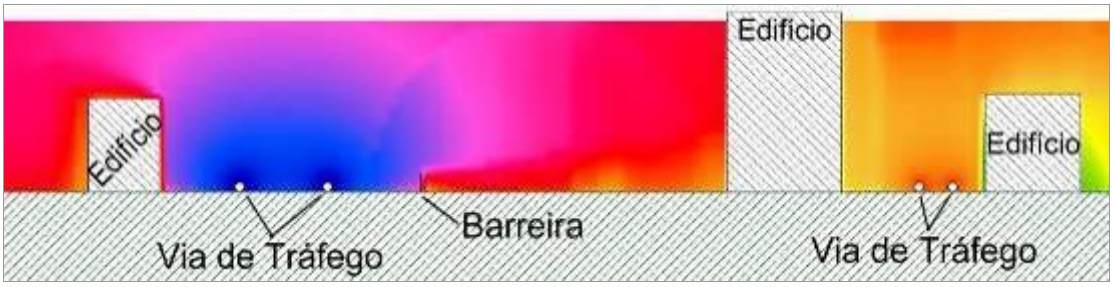


Figura 3-3 – Mapa de ruído em corte transversal às vias rodoviárias

Estes mapas não resultam diretamente de medições de ruído realizadas pois, para que tal fosse possível com um mínimo de representatividade, seriam necessárias centenas, ou mesmo milhares de medições, com duração de vários dias, por cada ponto de medição. Estes resultam sim, de cálculos realizados de acordo com modelos matemáticos baseados em Normas, englobando uma série de fases que a seguir se descrevem.

3.2. MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE VILA FRANCA DO CAMPO

O trabalho realizado consistiu na caracterização acústica da situação existente do Município da Vila Franca do Campo. Os mapas de ruído foram calculados de forma a expressarem os indicadores L_{den} e L_n, tendo em conta as recomendações das Diretrizes para a elaboração de Mapas de Ruído, publicadas pela APA.

3.3. *SOFTWARE* UTILIZADO

O programa utilizado para a elaboração dos Mapas de Ruído é o CadnaA, que cumpre integralmente com os requisitos apresentados na Diretiva Comunitária (2002/49/CE) no que toca aos métodos de cálculo a utilizar para elaboração do mapa de ruído e que permite elaborar mapas de ruído que incluem a contribuição de todos os tipos de fontes relevantes, sendo cada uma modelada de acordo com o método respetivo.

De origem alemã, está no mercado desde a década de 80, tendo sido utilizado desde então quer pela equipa que o desenvolve (www.datakustik.de), quer generalizadamente por todo o mundo, incluindo Portugal, onde foi inicialmente utilizado na elaboração do Mapa de Ruído da cidade de Lisboa e que se generalizou entretanto na elaboração de Mapas de Ruído de outros municípios (no final de 2005 era já o *software* responsável pelo mapeamento de mais de 40% da área de Portugal Continental) e para grandes indústrias cimenteiras, fundições e centrais termoelétricas.

3.4. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS

3.4.1. Tráfego rodoviário

A modelação do ruído de tráfego rodoviário para obtenção do seu nível sonoro associado, passa, primeiro de tudo, pela caracterização da emissão sonora dos veículos rodoviários e respetiva modelação em cada via de trânsito e pela caracterização da propagação sonora na atmosfera.

O método utilizado para o cálculo de níveis de ruído de tráfego rodoviário neste Estudo foi o método NMPB-1996 (Norma XPS 31-133), o qual reparte a via de tráfego em fontes pontuais, considerando a aproximação da Acústica Geométrica para a propagação sonora associada a cada fonte.

De acordo com este método, para a modelação de vias de tráfego rodoviário, é necessária a seguinte informação:

- Perfis longitudinal e transversal;
- Inclinação;
- Fluxos de tráfego horários em cada período de referência (diurno/entardecer/noturno), com distinção de veículos ligeiros e pesados;
- Características do pavimento;
- Classificação da rodovia;

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

- Limites de velocidade ligeiros/pesados.

Devido às relativamente reduzidas dimensões dos veículos automóveis, o tráfego rodoviário numa via de tráfego pode ser modelado como por 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.

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 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, tais 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 NMPB-1996 uma fonte linear é segmentada em fontes pontuais da seguinte forma:

- O nível de potência sonora L_{Awi} expresso em dB(A) de uma fonte pontual para uma dada banda de oitava pode ser obtida através de valores disponibilizados no "*Guide du Bruit des Transports Terrestres*" – "*Prévision des niveaux sonores*", CETUR, 1980, ábacos 4.1 e 4.2, através da seguinte fórmula:

  $$L_{Wi}=[(E_{VL}+10Log\ Q_{VL}) \oplus (E_{PL}+10Log\ Q_{PL})]+20+10Log(l_l)+R(j)$$

  em que,

  - $\oplus$ é a soma logarítmica das duas parcelas adjacentes;
  - E_{VL} e E_{PL} são os níveis sonoros retirados dos ábacos acima referidos para veículos ligeiros e pesados respetivamente;
  - Q_{VL} e Q_{PL} são os fluxos horários de veículos ligeiros e pesados respetivamente, representativos do período considerado para análise;
  - L_l é o comprimento em metros do segmento da fonte linear modelada por fontes pontuais;
  - $R_{(j)}$ é o espectro referência para tráfego rodoviário calculado pela Norma Europeia EN 1793-3, conforme o Quadro seguinte:

Quadro 3-1 – Espectro de referência para tráfego rodoviário

j	Banda de oitava	R(j) em dB(A)
1	125 HZ	-14
2	250HZ	-10
3	500HZ	-7
4	1KHZ	-4
5	2KHZ	-7
6	4KHZ	-12

Na figura seguinte apresenta-se o fluxograma preconizado pelo método NMPB-1996, o qual pondera a probabilidade de ocorrência de condições atmosféricas favoráveis e desfavoráveis à propagação sonora.

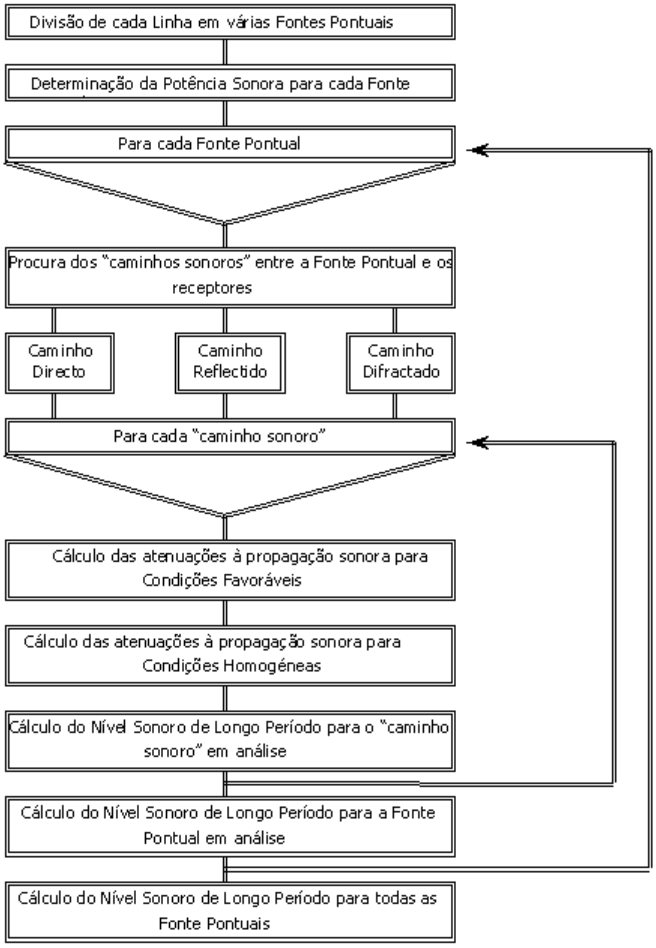


Figura 3-4 – Fluxograma do método NMPB-1996

3.4.2. Indústrias

A avaliação do impacte sonoro das fontes industriais foi efetuada através de modelação de fontes em áreas otimizáveis. Esta consiste na modelação de cada unidade industrial como uma ou várias fontes em área horizontais, determinando-se genericamente a potência sonora, por metro quadrado, de cada uma das áreas.

A determinação da potência sonora baseia-se na Norma ISO 8297:1994(E) e, sucintamente, consiste na realização de medições do ruído ambiente na área envolvente à unidade industrial em avaliação, variando a distância à fonte, a altura das medições e a distância entre pontos de medição em função das características (altura média das fontes, comprimento máximo da unidade industrial) da área industrial em estudo. A potência sonora da unidade industrial é determinada em função dos valores medidos indicados no modelo como pontos recetores de otimização e definindo os parâmetros de cálculo necessários, parâmetros esses que obedecem à norma indicada anteriormente.

A atenuação do som na sua propagação ao ar livre foi calculada pelo *software* recorrendo à norma NP 4361-2 (2001). Esta norma especifica um método de engenharia para o cálculo da atenuação do som durante a sua propagação em campo livre, a fim de prever os níveis de ruído ambiente a uma dada distância proveniente de diversas fontes.

O método permite prever o nível sonoro equivalente, ponderado A em condições meteorológicas favoráveis à propagação a partir de fontes de emissão conhecidas e, neste caso, calculado pela ISO 8297:1994(E).

Especificamente, esta norma providência métodos de cálculo para os seguintes efeitos físicos que influenciam os níveis de ruído ambiental:

- Divergência geométrica;
- Atenuação através do solo;
- Atenuação por barreiras acústicas;
- Atenuação por zonas industriais ou verdes;
- Reflexões em superfícies.

A equação básica definida na Norma NP 4361-2 para o cálculo do nível de pressão sonora (L_p), para um dado receptor, é:

$$L_p = L_w + D_c - A$$

em que,

- L_w é o nível de potência sonora produzida por uma fonte sonora, dB;
- D_c é a correção de diretividade, dB;
- A é o termo de atenuação do nível de potência sonora que ocorre durante a propagação do som desde a fonte emissora até ao recetor, dB.

em que,

$$A = A_{atm} + A_{solo} + A_{div} + A_{bar} + A_{var}$$

- A_{atm} é a atenuação resultante da absorção atmosférica;
- A_{solo} é a atenuação resultante da absorção por parte do solo;
- A_{div} é a atenuação resultante da divergência geométrica;
- A_{bar} é a atenuação resultante de barreiras;
- A_{var} é a atenuação resultante de efeitos diversos, como zonas industriais e zonas verdes.

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MODELO

Nos pontos seguintes são indicados e descritos os elementos e dados essenciais para a construção do modelo acústico tridimensional, necessário para a posterior apresentação do mapa de ruído.

4.1.1. Identificação da área de estudo

O concelho de Vila Franca do Campo situa-se na ilha de São Miguel, localizada no Grupo Oriental da Região Autónoma dos Açores, e é limitado a sul pelo Oceano Atlântico. O concelho encontra-se dividido em 6 freguesias, totalizando uma área de 78 km2 com, aproximadamente, 10 326 habitantes (dados de 2021). Faz ainda parte deste município o ilhéu de Vila Franca, que constitui uma área protegida para a gestão de espécies e habitats.

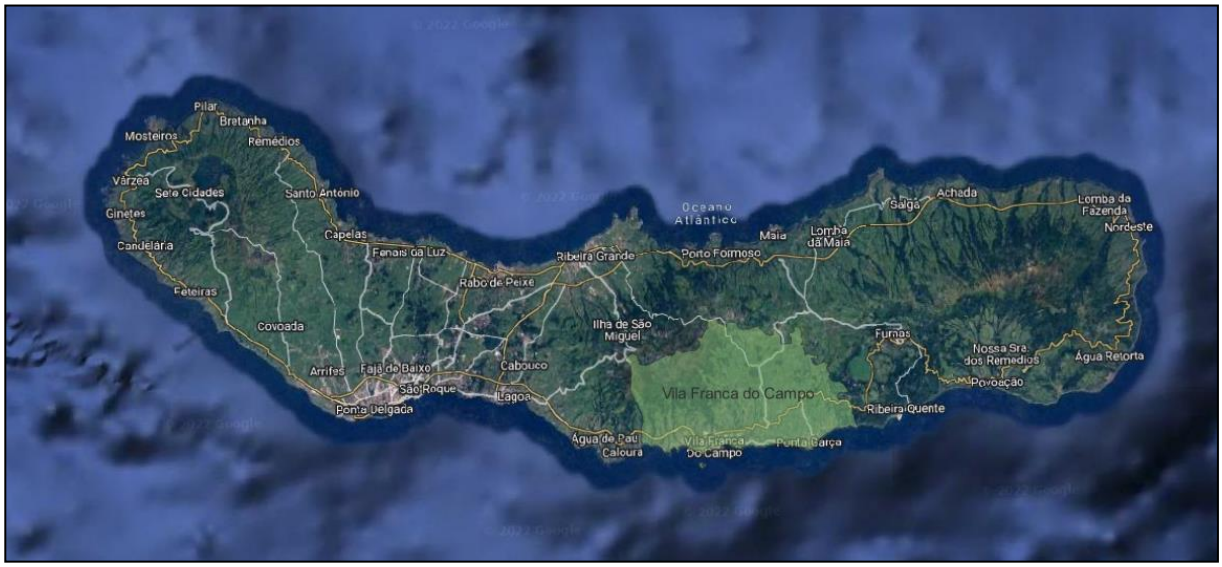


Figura 4-1 – Localização do concelho de Vila Franca do Campo, na ilha de São Miguel, Açores

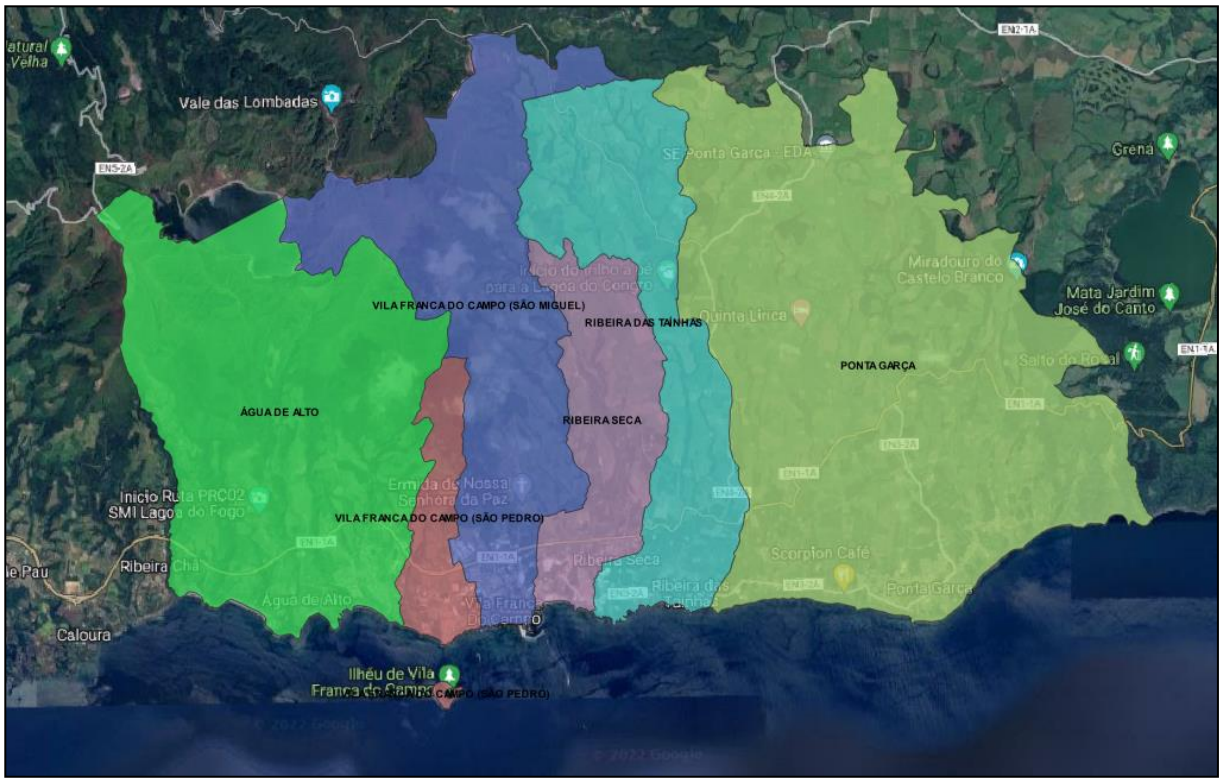


Figura 4-2 – Localização das freguesias do concelho de Vila Franca do Campo

4.1.2. Área do mapa e área de estudo

A área do mapa corresponde à área contida no limite do concelho. Embora a propagação de ruído seja um problema eminentemente de âmbito local, muitas das infraestruturas que produzem ruído atravessam vários municípios. Como tal, e para que fosse tida em conta a emissão sonora dessas infraestruturas, as mesmas foram estendidas para além da área do mapa, conforme se ilustra na Figura 4-3. Neste caso, a área considerada diz respeito à área de estudo. A distância considerada teve em conta o tipo e intensidade das fontes em causa, bem como das características de ocupação do solo no limite da área do mapa.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave Mod. 60-05.03

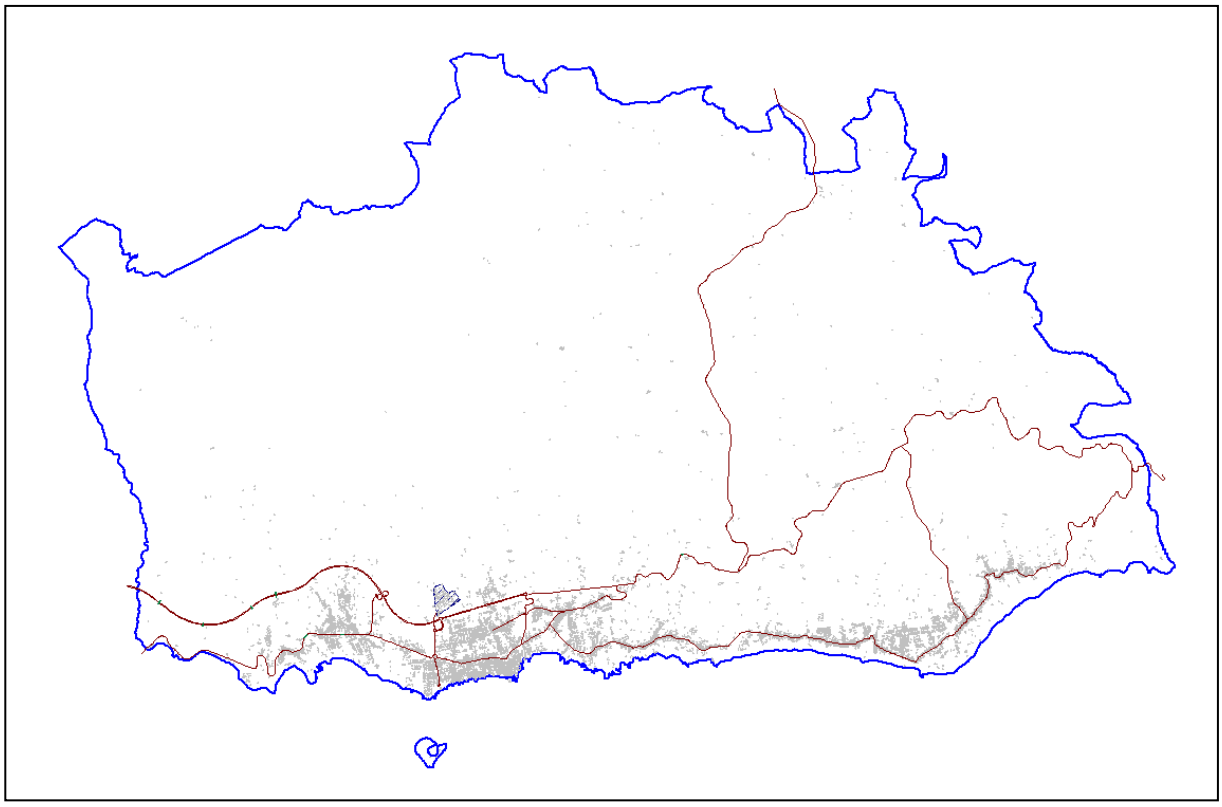


Figura 4-3 – Representação da área de estudo

4.1.3. Caracterização climática

A estação meteorológica geograficamente mais próxima à área de estudo, com dados de parâmetros relevantes para caracterizar climaticamente o concelho em estudo, é a estação hidrométrica de Água de Pau (rede hidrometeorológica dos Açores). Os principais parâmetros que caracterizam o clima de uma região e que se revelam essenciais para o cálculo da atenuação atmosférica na propagação do som ao ar livre são a temperatura, a humidade relativa e o regime de ventos.

Para o período entre janeiro de 2012 e fevereiro de 2022 obteve-se valores para a temperatura do ar média diária de 15,9 ºC, 79,5% de humidade relativa média diária e 0,86 m/s para a velocidade do vento média diária (fonte: http://portal-sraa.azores.gov.pt/rhma/default.asp#).

Relativamente às direções predominantes dos ventos, pelo facto de as velocidades não ultrapassarem o valor de 5,0 m/s, segundo as especificações na Norma NP 4361-2, não haverá necessidade de se introduzirem os dados relativos à direção dos ventos, já que obedecem aos requisitos das condições de propagação favoráveis ("*downwind conditions*").

4.1.4. Altimetria

Para a elaboração do mapa de ruído é necessária informação relativa à altimetria do terreno, nomeadamente curvas de nível e pontos cotados. A partir desta informação, o programa de simulação constrói o modelo digital do terreno (MDT), usado como base no cálculo dos valores de L_{Aeq} e restantes indicadores.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

O MDT da área do plano foi construído recorrendo à altimetria fornecida pelo cliente (ver figura seguinte).

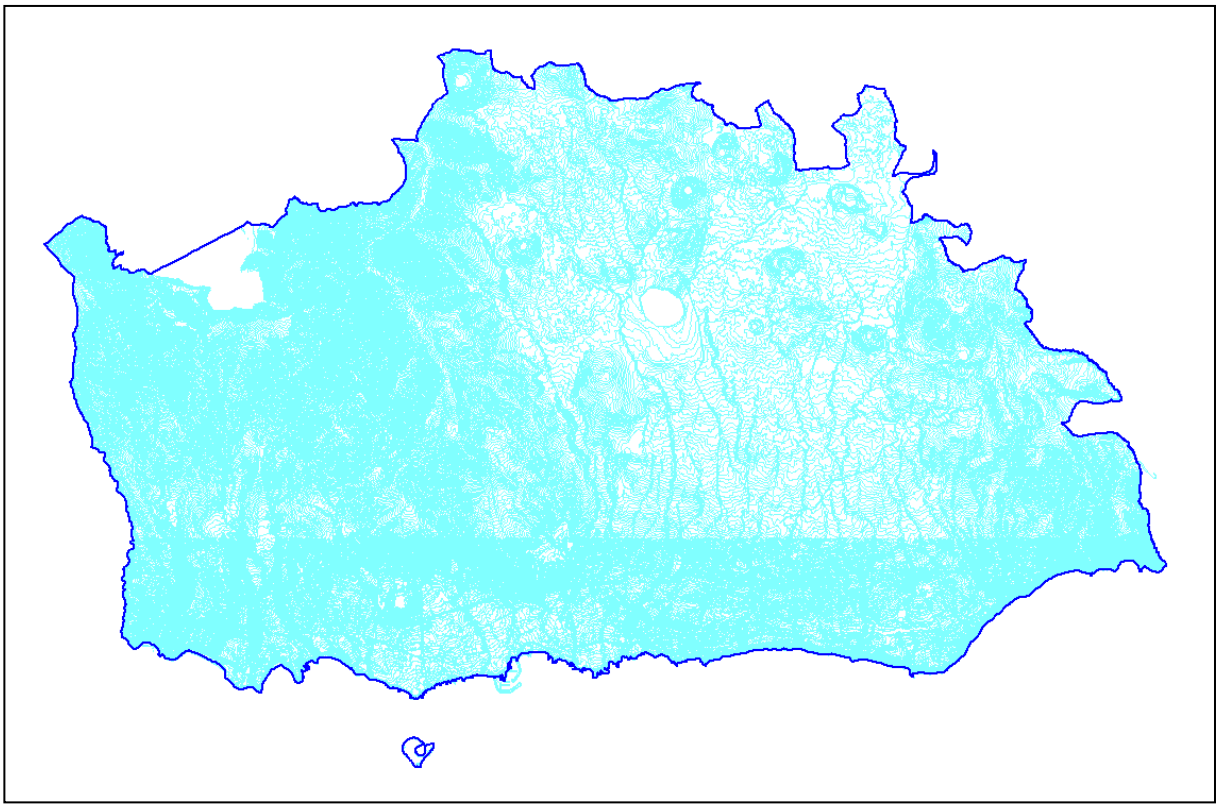


Figura 4-4 – Extrato do modelo altimétrico

4.1.5. Planimetria

Para se proceder à correta importação da informação para o CadnaA, foram tratadas e selecionadas *shapefiles* (fornecidas pelo cliente) correspondentes aos seguintes temas:

I. Edifícios;

II. Rede viária;

III. Zona industrial.

Aos edifícios foi atribuído um valor médio de absorção sonora (0,21).

Na Figura 4-5 pode observar-se o aspeto do modelo tridimensional gerado.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

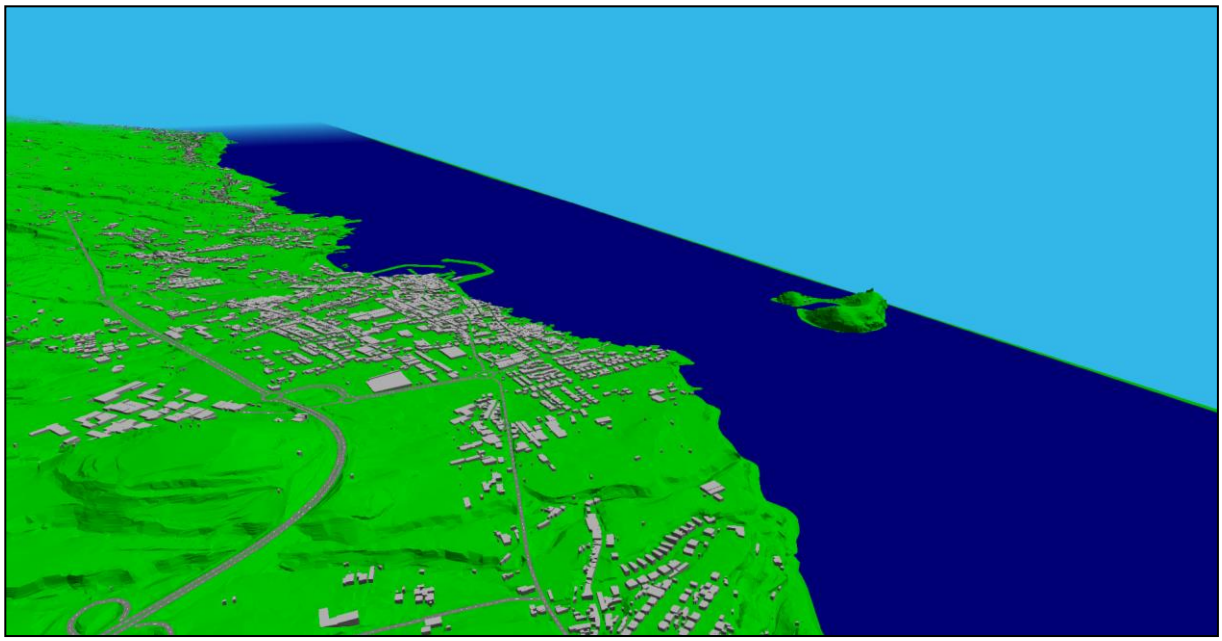


Figura 4-5 – Vista 3D do modelo tridimensional criado

4.2. FONTES DE RUÍDO

Este estudo contempla como fontes de ruído os principais eixos de tráfego rodoviário e as indústrias existentes na área em estudo.

As fontes de ruído foram modeladas de acordo com a sua geometria real, de forma a reproduzir no modelo a realidade acústica existente.

4.2.1. Tráfego rodoviário

A localização desta informação foi obtida de dados fornecidos pelo cliente e através do trabalho de campo realizado pela Norma Açores, S.A.

As cotas das estradas foram obtidas através da modelação do terreno gerado pelas curvas de nível, tendo sido necessários alguns ajustes de modo a obter uma melhor correspondência com a realidade, como pode ser verificado na Figura 4-6.

A determinação do tráfego médio horário a considerar em cada uma das vias, para os três períodos de referência (diurno, entardecer e noturno) teve como informação base contagens de tráfego feitas no local e, no caso da SCUT, dados oficiais da concessionária para o ano de 2021.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

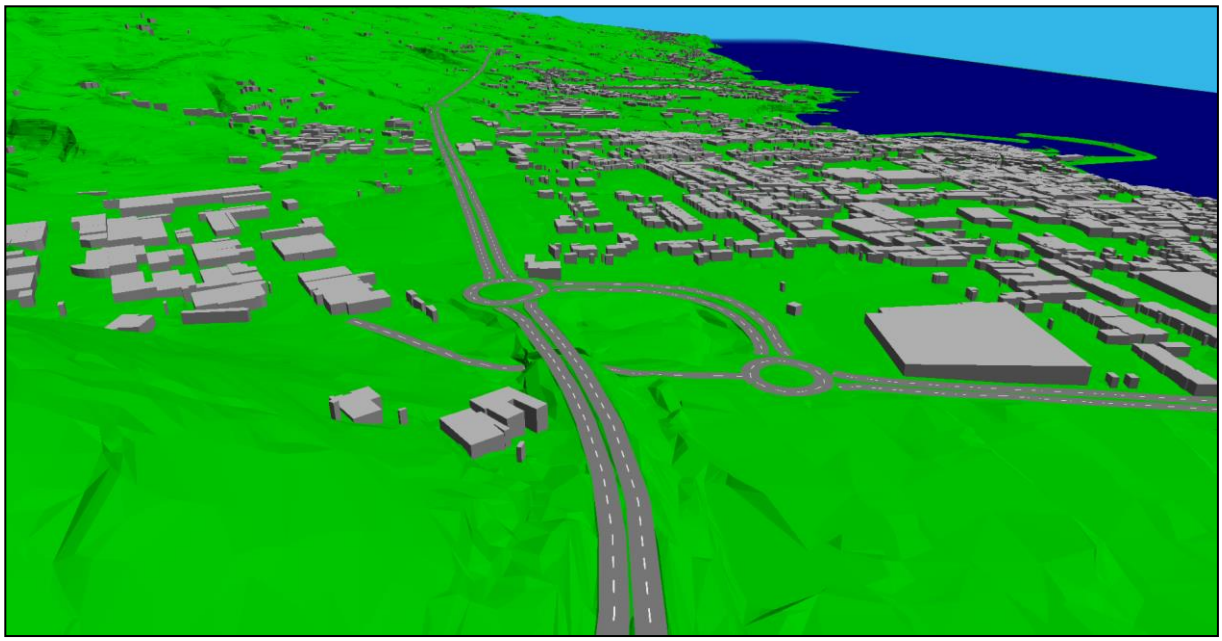


Figura 4-6 – Vista tridimensional de algumas rodovias incluídas no modelo

No quadro que se segue encontram-se listadas todas as estradas incluídas no presente mapa de ruído e respetivas características relevantes do ponto de vista acústico.

Quadro 4-1 – Características das vias rodoviárias para os períodos diurno, entardecer e noturno

Toponímia	ID	Período diurno		Período entardecer		Período noturno		vmáx (km/h)		Tipo de piso
		TMH (veíc./h)	% pesados	TMH (veíc./h)	% pesados	TMH (veíc./h)	% pesados	Ligeiros	Pesados	
SCUT - Variante a Água de Alto	F001	199	2,0	65	0,8	16	0,0	90	70	Betão betuminoso
SCUT - Variante a Água de Alto	F002	199	2,0	65	0,8	16	0,0	90	70	Betão betuminoso
SCUT - Variante a Vila Franca do Campo	F003	134	3,0	38	1,3	10	0,0	50	50	Betão betuminoso
SCUT - Variante a Vila Franca do Campo	F004	134	3,0	38	1,3	10	0,0	90	70	Betão betuminoso
SCUT - Variante a Vila Franca do Campo	F005	267	2,4	76	1,1	20	0,0	80	60	Betão betuminoso
ER 1-1	F007	131	2,3	46	0,0	8	0,0	50	50	Betão betuminoso
Rua da Lombinha de Cima	F008	22	9,1	10	20,0	2	0,0	60	50	Betão betuminoso
Av. das Comunidades Emigrantes	F009	84	9,5	23	0,0	1	0,0	50	50	Betão betuminoso
Av. da Liberdade	F010	272	1,5	118	1,7	12	0,0	50	50	Betão betuminoso
Estrada Real	F011	58	0,0	24	0,0	2	0,0	50	50	Betão betuminoso

Toponímia	ID	Período diurno		Período entardecer		Período noturno		vmáx (km/h)		Tipo de piso
		TMH (veíc./h)	% pesados	TMH (veíc./h)	% pesados	TMH (veíc./h)	% pesados	Ligeiros	Pesados	
ER4-2A	F012	24	41,7	4	0,0	2	0,0	80	60	Betão betuminoso
ER1-1A	F013	76	26,3	42	0,0	4	0,0	80	60	Betão betuminoso
ER1-1A	F014	106	7,5	30	0,0	12	0,0	80	60	Betão betuminoso
ER3-2A	F015	50	4,0	10	0,0	8	0,0	50	50	Betão betuminoso
ER3-2A	F016	22	0,0	12	16,7	2	0,0	50	50	Betão betuminoso
M527	F017	54	7,4	14	0,0	12	0,0	50	50	Betão betuminoso
Ligação ER1-1A à rotunda 5	F018	80	5,0	24	8,3	8	50,0	40	40	Betão betuminoso
Av. da Europa	F019	78	2,6	26	0,0	14	28,6	50	50	Betão betuminoso
Rua das Hortas	F020	4	0,0	4	0,0	2	0,0	50	50	Betão betuminoso
Rua da Palmeira	F021	20	0,0	4	50,0	6	0,0	50	50	Betão betuminoso
Rua Teófilo Braga	F022	272	1,5	118	1,7	12	0,0	50	50	Betão betuminoso
Rua Visconde do Botelho	F023	272	1,5	118	1,7	12	0,0	50	50	Betão betuminoso
Rua da Calçada	F024	272	1,5	118	1,7	12	0,0	50	50	Betão betuminoso
Ligação ER1-1A à rotunda 3	F025	22	9,1	10	20,0	2	0,0	40	40	Betão betuminoso
SCUT ramo saída	F026	11	9,1	5	20,0	1	0,0	40	40	Betão betuminoso
SCUT ramo entrada	F027	11	9,1	5	20,0	1	0,0	40	40	Betão betuminoso
Ligação rotunda SCUT	F028	84	9,5	23	0,0	1	0,0	40	40	Betão betuminoso
Estrada para o parque industrial	F029	15	13,0	11	12,0	3	0,0	50	50	Betão betuminoso
Rotunda 1	F030	176	9,7	52	1,3	4	0,0	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 2	F031	199	4,9	70	0,7	7	0,0	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 3	F032	46	3,3	15	6,9	8	26,7	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 4	F033	220	3,0	63	1,9	17	5,9	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 5	F034	267	3,0	76	1,3	20	0,0	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 6	F035	17	9,1	8	20,0	2	0,0	40	40	Betão betuminoso

4.2.2. Indústrias

Quanto às fontes industriais presentes no concelho, considerou-se todo o perímetro do parque industrial de Vila Franca do Campo. As características de emissão sonora aplicadas a esta fonte, que podem ser consultadas no quadro abaixo, tiveram como base medições de curta duração realizadas em 7 pontos distintos dentro e fora da área do parque.

Quadro 4-2 – Área industrial considerada e respetiva potência sonora e período de funcionamento aplicados

Indústria	ID	Potência sonora dB(A)/m²	Período de laboração (h)		
			Diurno	Entardecer	Noturno
Parque industrial de Vila Franca do Campo	I001	58	10	0	0

4.3. CONFIGURAÇÃO DE CÁLCULO

O cálculo dos mapas de ruído foi realizado a partir da criação de uma malha equidistante de pontos de cálculo. Para cada um dos pontos da malha, o modelo calcula os níveis de ruído adicionando as contribuições de todas as fontes de ruído consideradas, tendo também em consideração os trajetos de propagação e as atenuações, de acordo com o estipulado no método de cálculo francês NMPB-Routes-96 (tráfego rodoviário) e na Norma ISO 9613 (indústrias).

Para o cálculo dos mapas de ruído foi definida uma malha de cálculo regular de pontos recetores, com 10 m por 10 m, e, de acordo com a Directiva 2002/49/CE, a 4 m de altura do solo. Foi utilizado o valor de 1 reflexão para cada raio sonoro e de 2000 m para o raio de busca fonte-recetor.

Relativamente aos dados meteorológicos, para o ruído de tráfego rodoviário consideram-se condições médias no período diurno, o que significa 50% de ocorrência de situações favoráveis à propagação para todos os quadrantes de ventos no primeiro período, 75% no período do entardecer e 100% de ocorrência para as mesmas no período noturno. Pensa-se que o período noturno seja o mais crítico em termos de incomodidade, conforme recomendado pela APA nas suas directrizes, inicialmente publicadas em Junho de 2008 e atualizadas em Dezembro de 2011.

Os mapas de ruído correspondem às condições típicas médias que se preveem ao longo de um período de um ano, pelo que, na eventualidade de variação dos parâmetros inseridos no modelo (tráfego, condições meteorológicas, etc.), o cenário acústico simulado poderá ser alterado.

4.4. VALIDAÇÃO DO MODELO

Para a validação do modelo acústico tridimensional foram efetuadas duas medições acústicas em contínuo, abrangendo pelo menos 48h, de acordo com as recomendações da APA. 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.

Para se proceder à validação do modelo acústico, e das respetivas fontes, foi efetuada uma comparação dos valores de L_{Aeq} medidos "*in situ*" com os valores calculados pelo modelo. O modelo foi parametrizado de modo a reproduzir as condições observadas no local durante as medições acústicas.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

4.4.1. Equipamentos utilizados

Os equipamentos utilizados na realização de medições estão homologados pelo IPQ e as suas características técnicas e n.º de certificado de calibração podem ser visualizadas no quadro que se segue.

Quadro 4-3 – Instrumentação utilizada na campanha de medição

Tipo	Características			Rastreabilidade		
	Marca	Modelo	Nº Série	Entidade calibradora	N.º Certificado	Data de calibração
Sonómetro	Svantek	Svan 971	87092	ISQ	VACV9092/21	30/12/2021
Calibrador	Svantek	SV35A	90165			
Sonómetro	01 dB	Solo Master	65042	ISQ	VACV9088/21	05/01/2022
Calibrador	Rion	NC-74	34904940			

4.4.2. Validação junto às fontes sonoras

A medição de longa duração foi realizada de acordo com a metodologia baseada na norma ISO 1996. O microfone do equipamento de medida foi colocado a uma altura de 4 m em relação ao solo e a mais de 3,5 metros de distância de superfícies refletoras. Dadas as características físicas do campo sonoro e as características de radiação das principais fontes sonoras, considera-se que a validação do modelo a esta altura assegura a validação dos resultados do modelo.

Foi então instalado um ponto de medição de longa duração (PV1), com o objetivo caracterizar as rodovias, para efeitos de validação do modelo. O equipamento de medição para validação foi instalado junto ao troço da SCUT em Água de Alto (localização geográfica: 37°43'31.73"N, 25°27'5.15"W) no dia 9 de março de 2022 e recolhido após cerca de 48h, a 11 de março de 2022.

Foram ainda realizadas medições de curta duração em 4 pontos (PV2 a PV5) distribuídos pelo perímetro do parque industrial, com o intuito de se validar esta fonte de ruído.

No Quadro 4-4, que se segue, encontram-se identificados os pontos de validação. Este ponto representa o local onde foram realizadas medições de ruído e o seu posicionamento em coordenadas.

Quadro 4-4 – Localização em coordenadas dos pontos de validação

Ponto recetor	Coordenadas no modelo		
	x (m)	y (m)	z (m)
PV1	636480,3	4176474,5	141,9
PV2	637380,9	4176072,9	74,0
PV3	637593,6	4176221,3	79,1
PV4	637379,5	4176281,1	87,1
PV5	637311,0	4176381,1	98,0

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

Nas figuras seguintes pode visualizar-se a localização dos pontos de validação introduzidos no modelo.

Figura 4-7 – Localização do PV1

Figura 4-8 – Localização dos PV2 a PV5

A diferença linear entre os valores calculados pelo modelo e os valores medidos encontram-se representados nos Quadros 4-5 e 4-6.

Quadro 4-5 – Comparação entre os valores medidos e os valores calculados para os indicadores L_{den} e L_n na SCUT (validação)

Ponto recetor	Indicador calculado $L_{Aeq\ calc}$ [dB(A)]		Indicador medido $L_{Aeq\ med}$ [dB(A)]		Indicador calculado - Indicador medido $L_{Aeq\ calc} - L_{Aeq\ med}$ [dB(A)]		Requisito
	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	
PV1	68,0	57,2	68,0	58,3	0,0	-1,1	≤ |2 dB(A)|

Quadro 4-6 – Comparação entre os valores medidos e os valores calculados para os pontos no Parque Industrial de Vila Franca do Campo (validação)

Ponto recetor	Indicador calculado $L_{Aeq\ calc}$ [dB(A)]	Indicador medido $L_{Aeq\ med}$ [dB(A)]	Indicador calculado - Indicador medido $L_{Aeq\ calc} - L_{Aeq\ med}$ [dB(A)]	Requisito
	L_{Aeq}	L_{Aeq}	L_d	
PV2	58,0	56,2	1,8	≤ |2 dB(A)|
PV3	55,4	53,5	1,9	
PV4	61,2	59,1	2,1	
PV5	59,7	60,3	-0,6	

Nos quadros de validação, apresentado acima, utilizaram-se as seguintes designações:

$L_{Aeq\ calc}$	nível sonoro contínuo equivalente calculado pelo modelo para o período de referência em questão;
$L_{Aeq\ med}$	nível sonoro contínuo equivalente medido pela dBwave para o período de referência em questão, ou média logarítmica de várias amostragens no mesmo ponto quando aplicável;
$L_{Aeq\ calc} - L_{Aeq\ med}$	diferença linear entre o $L_{Aeq\ calc}$ e o $L_{Aeq\ med}$

Tendo em conta os resultados do processo de validação, considera-se o modelo apresentado para a elaboração do MR do município de Vila Franca do Campo como validado, dado verificar-se o cumprimento da condição estipulada nas diretrizes emitidas pela APA para a elaboração deste tipo de mapas:

$$L_{Aeq}\ \text{calculado} - L_{Aeq}\ \text{medido} \leq |2\ \text{dB(A)}|$$

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi desenvolvido um modelo computacional, utilizando o programa CadnaA, para calcular os mapas de ruído para o concelho de Município da Vila Franca do Campo. O modelo inclui o modelo digital do terreno, a implantação geográfica de edifícios e fontes sonoras, as características de emissão acústica destas fontes, bem como os algoritmos de cálculo de propagação sonora em conformidade com a Norma Francesa NMPB 9696 e XP S 31-133, para o ruído de tráfego rodoviário, e a Norma NP 4361-2 / ISO 9613, para as áreas industriais.

Os cálculos realizados com o modelo permitiram obter a distribuição espacial dos níveis sonoros para os indicadores L_{den} e L_n e que espelham a situação acústica média atual do local em estudo. Os Mapas de Ruído do Município da Vila Franca do Campo para a situação atual podem ser visualizados, para a totalidade da área do concelho, nos Anexos I.1 (indicador L_{den}) e I.2 (indicador L_n).

Até à aprovação de uma classificação acústica para o concelho em estudo, vigoram os limites estabelecidos para as zonas não classificadas ($L_{den} \leq 63$ dB(A) e $L_n \leq 53$ dB(A)). É de referir que se trata de uma situação provisória, uma vez que a classificação acústica (delimitação de zonas mistas e sensíveis) é obrigatória, sendo um elemento que acompanha o PDM.

A análise dos mapas de ruído a partir do modelo demonstra que o município de Vila Franca do Campo apresenta, em grande parte do seu território, níveis de ruído reduzidos. Os níveis de ruído mais elevados são registados na envolvente próxima das principais rodovias que servem o concelho (nomeadamente a SCUT, a ER1-1A e a ER1-1), expondo, na generalidade, a primeira frente de habitações a níveis acima dos 55 dB(A) no L_{den}.

Nos arruamentos urbanos considerados neste estudo é notório o ruído gerado pelo tráfego rodoviário, principalmente no centro de Vila Franca do Campo. Nesse local regista-se uma maior aglomeração urbana e consequentemente um maior número de recetores sensíveis possivelmente expostos. Contudo, salvo raras exceções, os níveis de ruído não ultrapassam os níveis regulamentares definidos para Zonas Mistas (65 dB(A) no L_{den} e 55 dB(A) no L_n), pelo que são poucas as habitações expostas a níveis de ruído muito elevados.

A zona industrial incluída no modelo contribui pouco para os níveis de ruído do concelho, até porque só funciona durante o período diurno.

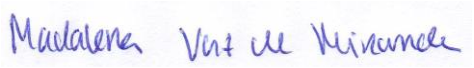
O mapa de ruído do Município da Vila Franca do Campo é um mapa que comporta todas as fontes que têm interesse à escala municipal. Ao analisar áreas que se situam distantes das fontes modeladas, poderá não se estar a visualizar a realidade acústica existente, uma vez que estarão provavelmente sob influência de outras fontes de ruído locais, como por exemplo estradas ou caminhos municipais com pouco tráfego, as quais não têm relevância à escala municipal. Estes tipos de fontes de ruído serão de incluir em mapas de ruído de operações de loteamento, Planos de Pormenor e Planos de Urbanização, mapas estes que são efetuados a uma escala bastante mais detalhada.

Reforça-se o facto de os resultados acústicos obtidos na simulação efetuada corresponderem a situações médias ocorridas num ano, pelo que a variação dos parâmetros que influenciam a propagação dos níveis de ruído (variações na intensidade e composição do tráfego, tipos de pavimento, condições meteorológicas, etc.) poderá, eventualmente, fazer variar os níveis de ruído simulados. No entanto, tendo em conta que os níveis sonoros médios têm uma relação logarítmica com os volumes de tráfego (mantendo-se todas as outras variáveis), seria necessário ocorrerem

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

transformações consideráveis nestes volumes para que os níveis sonoros correspondentes sofressem variações percetíveis ao ouvido humano (por exemplo, a duplicação nos volumes de tráfego significa um acréscimo de 3 dB(A) nos níveis de ruído).

Como recomendação final, dever-se-á evitar o licenciamento de novos recetores sensíveis em zonas mais ruidosas e o licenciamento de atividades ruidosas (indústrias, parques eólicos, estabelecimentos com funcionamento no período noturno, rodovias) junto de recetores sensíveis existentes ou contemplados em sede de PMOT.

Elaborado por:	Verificado e aprovado por:
Madalena Vaz de Miranda	Luís Conde Santos
	
Técnica Superior	Diretor Técnico

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A Comparison of Different Techniques for the Calculation of Noise Maps of Cities, International Congress and Exhibition in Noise Control Engineering, Wolfgang Probst, Bernd Huber, 2001.

2. 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.

3. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévision des niveaux sonores", CETUR, 1980.

4. Implementation of the EU-directive on Environmental Noise Requirements for Calculation Software and Handling with CadnaA, Wolfgang Probst, 2003.

5. Integration of Area Noise Control into Programs into a Citywide Noise Control Strategy, Institute of Acoustics – Proceedings, Vol. 23, Pt 5, Wolfgang Probst, Bernd Huber, 2001.

6. "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.

7. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – "Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos".

8. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – "Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 2: Recolha de dados relevantes para o uso do solo".

9. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – "Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 3: "Aplicação aos limites do Ruído".

10. Norme XP S31-133 (2001) – Bruit des infrastructures de transports terrestre. Calcul de l´atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur incluant les effets météorologiques.

11. NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), publicado no "Arrêté du 5 Mai. 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 MAI 1995, article 6".

12. Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3, publicadas pela APA em dezembro de 2011.

13. Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3, publicadas pela APA em dezembro de 2011.

14. Projecto-Piloto de Demonstração de Mapas de Ruído – Escalas Municipal e Urbana, Instituto do Ambiente, Ramos Pinto, F., Guedes, M. & Leite, M. J., 2004.

15. Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro.

16. Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de Junho.

17. Regulamento Geral do Ruído e de Controlo da Poluição Sonora – Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A.

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave

ANEXOS

ANEXO I – IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE RUÍDO (1: 5 000)

ANEXO II – MAPA DE RUÍDO DO MUNICÍPIO DE VILA FRANCA DO CAMPO (1: 5 000)

ANEXO III – MAPA DE RUÍDO DO MUNICÍPIO DE VILA FRANCA DO CAMPO (1: 25 000)

Este relatório só pode ser reproduzido na integra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave