www.dbwave.pt
dbwave@dbwave.pt

Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas

Descrição do modelo e resultados

Referência do relatório: 0318.1_21DBW_MRPC_125_21_rev01

Data do relatório: Novembro 2021

Nº. total de páginas (excluindo anexos): 33

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 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 2

2. CONTEXTO LEGISLATIVO 3

2.1. DEFINIÇÕES 3
2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL E NORMATIVO DOS MAPAS DE RUÍDO 5

3. METODOLOGIA 7

3.1. MAPAS DE RUÍDO – DESCRIÇÃO BREVE 7
3.2. MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE VENDAS NOVAS 8
3.3. *SOFTWARE* UTILIZADO 8
3.4. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS 8
3.4.1. Tráfego rodoviário 8
3.4.2. Tráfego ferroviário 11
3.4.3. Indústrias 13

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO 15

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MODELO 15
4.1.1. Identificação da área de estudo 15
4.1.2. Área do mapa e área de estudo 16
4.1.3. Caracterização climática 17
4.1.4. Altimetria 17
4.1.5. Planimetria 18
4.2. FONTES DE RUÍDO 19
4.2.1. Tráfego rodoviário 19
4.2.1. Tráfego ferroviário 22
4.2.2. Indústrias 24
4.3. CONFIGURAÇÃO DE CÁLCULO 25
4.4. VALIDAÇÃO DO MODELO 25
4.4.1. Equipamentos utilizados 26
4.4.2. Validação junto às fontes sonoras 26

5. RESULTADOS DO MODELO – MAPA DE RUÍDO ATUAL 29

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 31

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33

- **ANEXO I** – Identificação das fontes de ruído modeladas (1:10 000) – formato A1
- **ANEXO II** – Mapas de Ruído do Concelho de Vendas Novas L_{den} e L_n (1:10 000) – formato A1
- **ANEXO III** – Mapas de Ruído do Concelho de Vendas Novas L_{den} e L_n (1:150 000) – formato A3

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

Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projeto	Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas
Cliente	Câmara Municipal de Vendas Novas
Morada	Palácio Real, Avenida da República 7080-099 Vendas Novas
Localização do projeto	Vendas Novas
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário Tráfego ferroviário Indústrias
Data(s) do trabalho de campo	16 a 20 de setembro de 2021
Data de emissão	Novembro 2021

Este relatório é uma revisão do relatório com a referência 0318.1_21DBW_MRPC_125_21, emitido em Setembro de 2021, e substitui-o integralmente.

Equipa Técnica

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Electrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Director Técnico.
- Madalena Vaz de Miranda, Eng. do Ambiente (FCT/UNL), Mestrado em Ordenamento do Território e Impactes Ambientais (FCT/UNL) – Técnica Superior.
- Jorge Preto, Eng. do Território (IST), Pós-Graduação em SIG (Geopoint) – Técnico Superior.

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

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, estabelece a articulação com outros regimes jurídicos, designadamente o da urbanização e da edificação e o de autorização e licenciamento de atividades. O RGR visa a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações em matéria de ambiente sonoro e está harmonizado com a Diretiva Comunitária 2002/49/CE, relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente e transposta para território nacional através do Decreto-Lei n.º 146/2006. Por sua vez, a Portaria n.º 113/2015, de 22 de abril, que identifica os elementos instrutórios previstos no Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, revogando a Portaria n.º 232/2008, vem reforçar a necessidade das operações de loteamento e obras de urbanização e edificação se conformarem com o RGR.

Para a elaboração do Mapa de Ruído são definidos 3 períodos de referência – diurno, entardecer e noturno – e os seguintes indicadores relevantes: o nível diurno-entardecer-noturno, L_{den}, e o nível noturno, L_n. O período diurno tem início às 07h00 e fim às 20h00, o do entardecer vai das 20h00 às 23h00 e o noturno das 23h00 às 07h00.

No âmbito da revisão do Plano Diretor Municipal (PDM) de Vendas Novas, é agora realizado o Mapa de Ruído (MR) do município, com o objetivo de constituir uma ferramenta de apoio às tomadas de decisões sobre o ordenamento do território, fornecendo informação acústica para apoiar a revisão do PDM.

Nesse intuito, este estudo desenvolve um modelo acústico tridimensional de toda a área em análise, nele implantando as principais fontes de ruído, nomeadamente os principais eixos viários e ferroviários, bem como áreas industriais. A cada fonte de ruído é atribuída uma potência sonora, função do volume e tipologia de tráfego, no caso das rodovias e ferrovia, e do tipo de atividade e horário de funcionamento no caso das indústrias.

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.

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 na área de estudo, apresentando um potencial que não se esgota nos resultados apresentados.

A partir do modelo desenvolvido, são então calculados os mapas de ruído municipais, para os indicadores L_{den} e L_n. A escala de representação das peças desenhas com os mapas de ruído correspondem à escala da cartografia de base (1:10 000).

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

2. CONTEXTO LEGISLATIVO

A legislação portuguesa em que se baseiam as disposições legais elaboradas e apresentadas neste trabalho é descrita no Regulamento Geral do Ruído (RGR) – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, 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:

- Intervalos de Tempo de Referência – segundo o Decreto-Lei n.º 9/2007 são tomados como períodos de referência os seguintes: diurno (7h às 20h), entardecer (20h às 23h) e noturno (23h às 7h);
- 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 Residual (ou Ruído de Fundo) – Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação;
- Ruído Particular (ou Ruído Perturbador) – Componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;
- Área do Mapa – Área onde se pretende conhecer os níveis sonoros;
- 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;
- 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;
- Valor Limite – Valor 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 Sensível a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de

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

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 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 a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação;

- 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;

- 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.

- Nível de ruído diurno-entardecer-noturno:

$$L_{den} = 10\log_{10}\frac{1}{24}\left(13\times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3\times 10^{\frac{Le+5}{10}} + 8\times 10^{\frac{L_n+10}{10}}\right)$$

sendo:

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

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

2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL E NORMATIVO DOS MAPAS DE RUÍDO

Relativamente aos limites máximos de exposição o DL n.º 9/2007 indica no Artigo 11º 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 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;

d) 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;

e) 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.

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 6º, 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).

No que diz respeito ao licenciamento de operações urbanísticas, o nº 6 do artigo 12º refere que é 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 fixados no artigo anterior.

O n.º 7 desse mesmo artigo estabelece, porém, que podem ser licenciados novos edifícios habitacionais em zonas urbanas consolidadas desde que essa zona seja abrangida por um plano municipal de redução de ruído ou não seja excedido em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11º e haja um reforço suplementar de 3 dB(A) do isolamento de fachada (expresso através do índice $D_{2m,nT,w}$) em relação ao limite estipulado no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (DL 96/2008).

Ainda de acordo com o RGR, cabe à Agência Portuguesa de Ambiente (APA) a definição de diretrizes para elaboração de mapas de ruído. Nesse intuito, foram publicadas as referidas diretrizes em março de 2007, depois revistas em junho de 2008 e mais recentemente em dezembro de 2011 (versão 3), 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;

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

- Para elaboração dos mapas de ruído municipais recomendam-se os métodos de cálculo referidos no Anexo II 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 (infraestruturas 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 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 efetuadas em locais selecionados, 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 3.1 – Mapa de ruído em planta

Figura 3.2 – Mapa de ruído em 3D

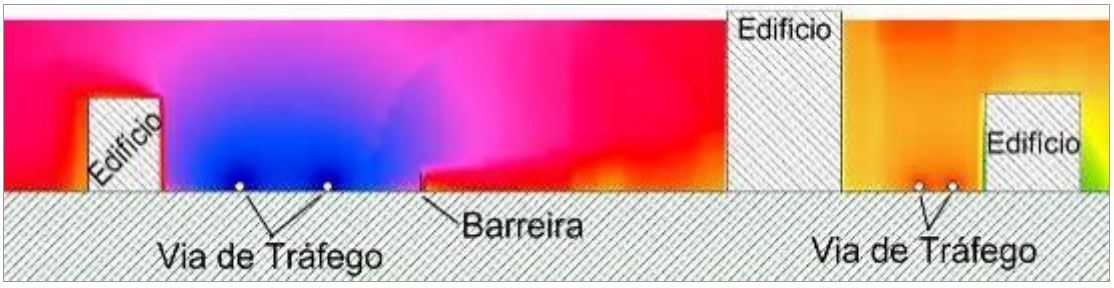


Figura 3.3 – Mapa de ruído em corte transversal às vias rodoviárias

Estes mapas de ruído 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.

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

3.2. MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE VENDAS NOVAS

O trabalho realizado consistiu na caracterização acústica da situação existente do concelho de Vendas Novas. 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.

Para o cálculo de níveis de ruído de tráfego rodoviário, recorreu-se, neste estudo, ao método de 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 e usa a base de dados constante no documento "Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie; Ministère des Transports; CETUR – *Guide du Bruit des Transports Terrestres: Prèvision des Niveaux Sonores*". [s.l.]: ed. A., 1980. pág. 98 e 99.

De acordo com esta Norma, 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;

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

- Classificação da rodovia;
- Limites de velocidade ligeiros/pesados.

Devido às relativamente reduzidas dimensões dos veículos automóveis, o tráfego rodoviário numa via 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 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;

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

- $R_{(j)}$ 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 3.4 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.

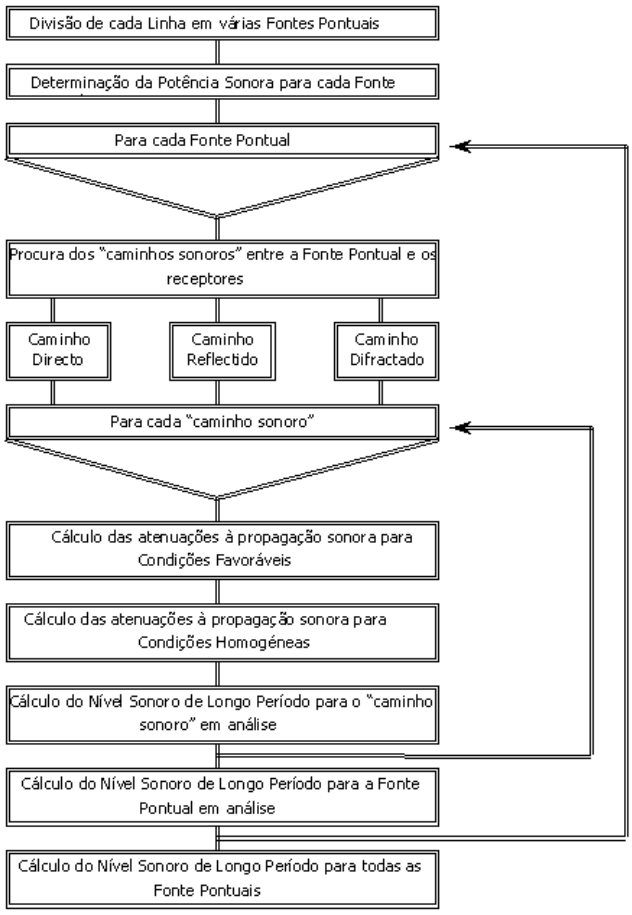


Figura 3.4 – Fluxograma do método NMPB-1996

3.4.2. Tráfego ferroviário

No que diz respeito à modelação de tráfego ferroviário, o método utilizado foi o da norma alemã Schall 03 que, de acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), pode ser adotado visto cumprir os seguintes critérios:

- Possibilidade de gerar previsões ao longo de um corredor associado à via ferroviária;
- Possibilidade de gerar mapas de ruído associados às previsões;
- Possibilidade de gerar previsões detalhadas à escala local de forma a apoiar a decisão sobre um plano de redução de ruído;
- Possibilidade de calcular os resultados em termos do indicador $L_{Aeq,LT}$;
- Cálculo dos resultados por bandas de oitava;
- Distinção entre diferentes tipos de composições;
- Consideração da influência do declive da via na potência da locomotiva e consequentemente nos níveis sonoros de emissão;
- Correcção meteorológica no cálculo de $L_{Aeq,LT}$, para condições favoráveis e desfavoráveis à propagação do som, adaptada às condições nacionais;
- Consideração de vários tipos de solo na vizinhança acústica da via;
- Consideração de vários tipos de vegetação (por exemplo, vegetação rasteira, floresta, áreas cultivadas) na vizinhança acústica da via;
- Consideração de efeitos topográficos na propagação do ruído;
- Consideração de efeitos de atenuação devido a obstáculos;
- Consideração de efeitos de reflexão entre fachadas e outros obstáculos (pelo menos, reflexões de 1ª ordem).

Verificados os critérios estipulados pela APA, utilizou-se para a modelação do ruído de tráfego ferroviário a norma alemã Schall 03, que considera os seguintes parâmetros:

- Traçado de cada via, devidamente cotado na cartografia;
- Tipo de comboio (passageiros, mercadorias);
- Número de circulações diárias em ambos os sentidos;
- Percentagem do comprimento de cada tipo de comboio servido por travões de disco;
- Comprimento médio das composições;
- Velocidade máxima a que cada tipo de comboio circula;

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

- Limite de velocidade da via;
- Localização de pontes e viadutos e de cruzamentos com rodovias;
- Raios de curvatura da linha ferroviária;
- Tipo de balastro.

Esta norma calcula o ruído recebido com base no ruído emitido por cada segmento, supondo que todas as fontes estão concentradas no ponto central do segmento. A atenuação com a distância é calculada para cada ponto de fonte, considerando que só emite ruído acima do nível do solo.

Adicionalmente, a norma caracteriza cada tipo de composição com um valor para o nível de ruído recebido a uma determinada distância, altura e velocidade. Caso se pretenda obter resultados para outras velocidades, é multiplicado o nível de ruído emitido por cada ponto de fonte de cada composição por um fator que relaciona a velocidade de referência com a pretendida. Os cálculos são feitos para cada segmento e "adicionados" no final.

O nível de emissão sonora $L_{r,k}$ recebido no receptor *r* devido ao nível emitido $L_{m,E,k}$ do *k*-ésimo segmento é calculado por:

$$L_{r,k} = L_{m,E,k} + 19.2 + 10\log l_k + D_c + A_{prop,k} + C_{inc}$$

em que,

- $L_{r,k}$ é o nível de emissão sonora recebido no receptor devido ao nível emitido pelo *k*-ésimo segmento;
- $L_{m,E,k}$ é o nível emitido pelo *k*-ésimo segmento;
- l_k comprimento do segmento;
- $A_{prop,k}$ é a atenuação devido ao percurso de propagação do *k*-ésimo segmento;
- D_c é a directividade da fonte ferroviária;
- C_{inc} a correcção devido ao menor incómodo sonoro causado pelos comboios em relação ao ruído rodoviário.
- $A_{prop,k}$ é o termo de atenuação do nível de potência sonora que ocorre durante a propagação do som desde a fonte emissora até ao receptor, dB.

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

3.4.3. Indústrias

A avaliação do impacte sonoro das fontes industriais foi efetuada através de modelação de fontes em áreas optimizáveis. 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 global de uma unidade industrial pode basear-se na Norma ISO 8297:1994(E) o que, 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.

Em mapas de ruído à escala municipal, as unidades fabris e parques industriais ou outras áreas potencialmente relevantes em termos de emissão sonora, podem ainda ser caracterizadas acusticamente tendo em conta os métodos referidos no "*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*", publicado por um grupo de trabalho da Comissão Europeia em agosto de 2007.

A atenuação do som na sua propagação ao ar livre foi calculada pelo *software* recorrendo à norma ISO 9613 / 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.

Especificamente, esta norma providencia 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 recetor, 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 correcção de directividade, 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.

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

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 Vendas Novas situa-se no Alentejo, distrito de Évora, e está dividido em duas freguesias (Vendas Novas e Landeira), ocupando uma área total de 222,5 km^2 com cerca de 12 000 habitantes (Censos 2011). Apresenta como principais fontes as autoestradas A2, A6, A13, as estradas nacionais EN4, EN380 e a EN251-1 e diversas estradas municipais e arruamentos urbanos. Possui ainda as ferrovias da Linha do Alentejo e da Linha de Vendas Novas, um Parque Industrial e ainda uma segunda área com a presença de espaços industriais.

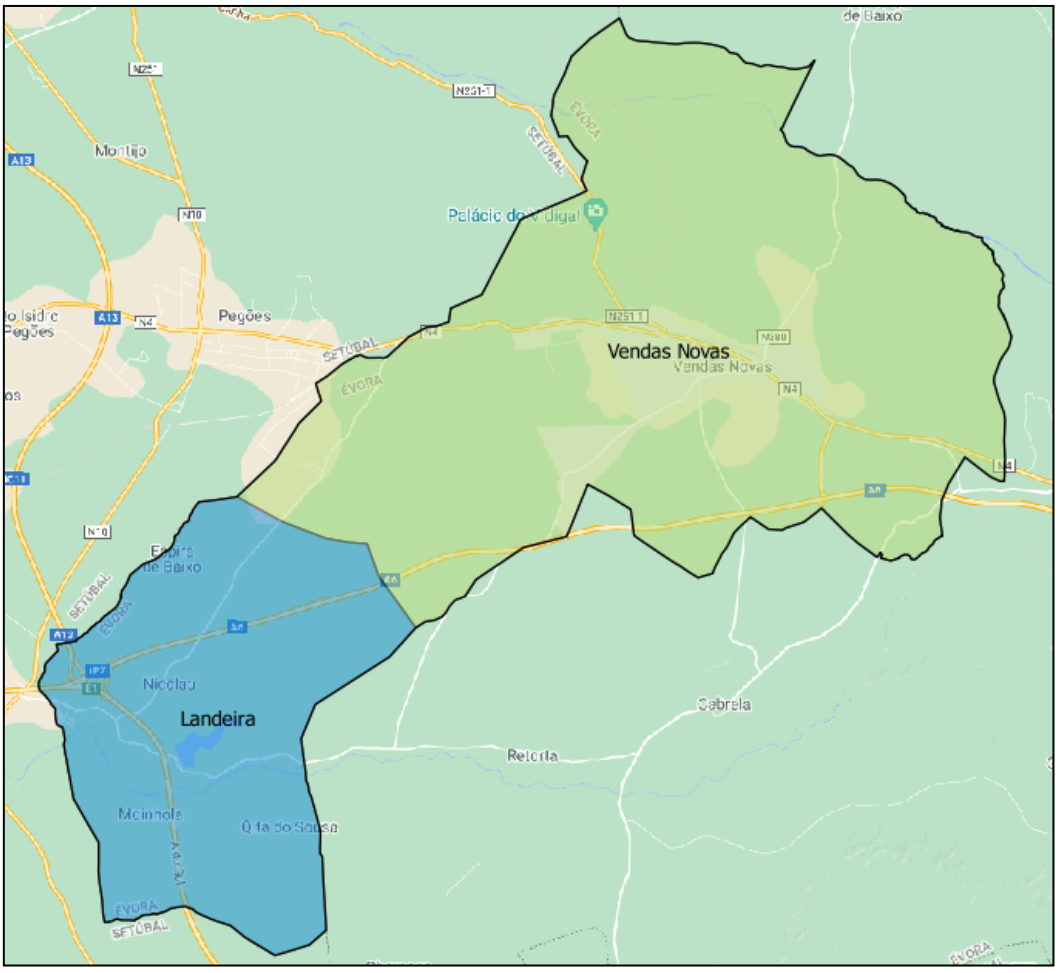


Figura 4.1 – Localização do município de Vendas Novas e respetivas freguesias

4.1.2. Área do mapa e área de estudo

A área do mapa corresponde à área contida no limite do município. 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 um pouco para além do limite do concelho. A distância considerada teve em conta o tipo e intensidade das fontes em causa, bem como as características de ocupação do solo no limite da área do mapa. A figura seguinte representa a área de estudo.

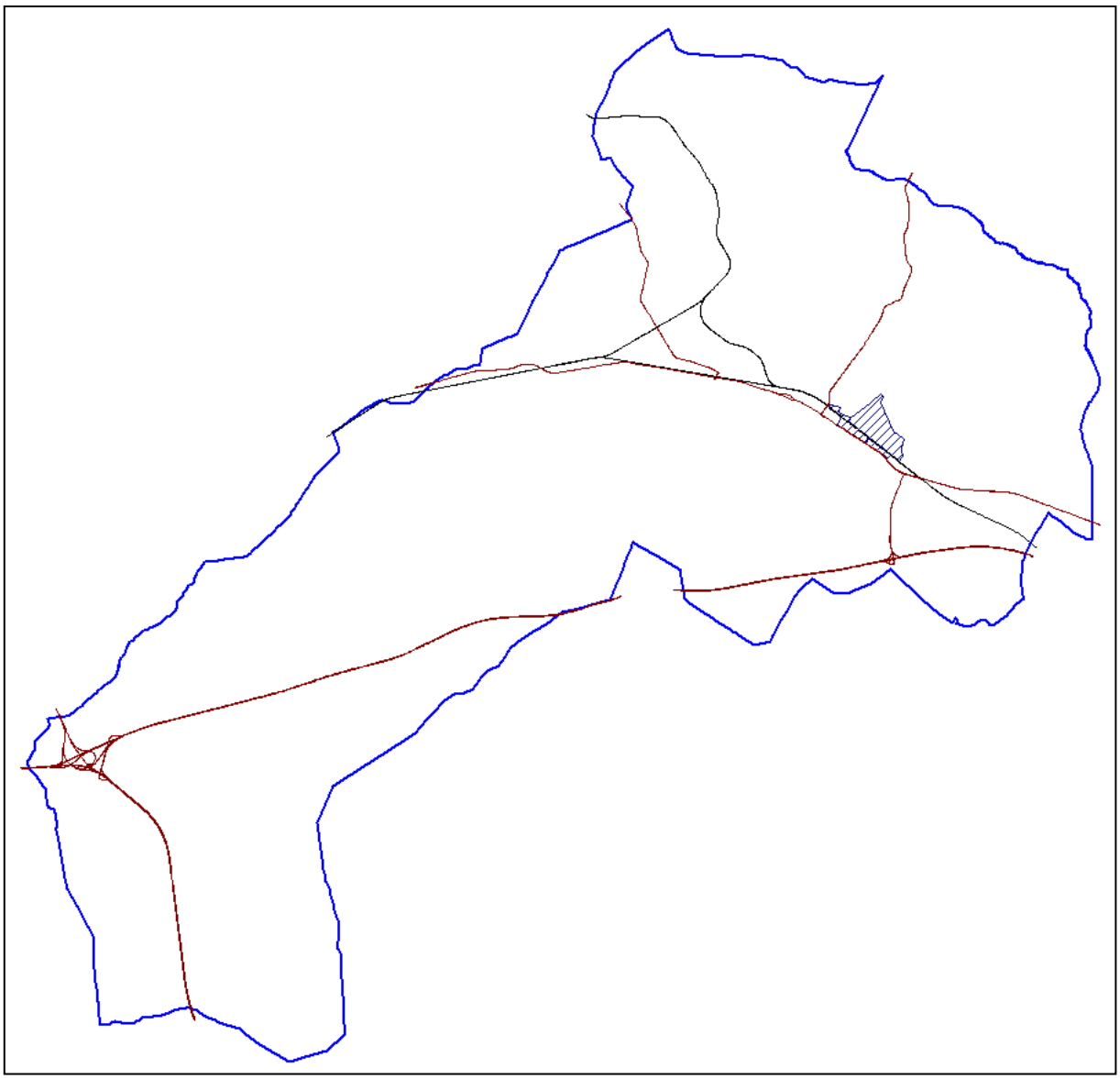


Figura 4.2 – Representação da área de estudo

4.1.3. Caracterização climática

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. A estação meteorológica escolhida foi a estação de Vendas Novas (21G/01UG).

Contudo, esta estação (bem como outras nas proximidades) apenas tem disponíveis dados relativos à velocidade do vento. Para o período entre janeiro de 2001 e junho de 2017 obteve-se valores de 0,98 m/s para a velocidade do vento média diária (fonte: https://snirh.apambiente.pt/).

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 há necessidade de se introduzirem no modelo 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.

O MDT da área do plano, que se apresenta na figura seguinte, foi construído recorrendo à altimetria fornecida pelo cliente (curvas de nível e pontos cotados).

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

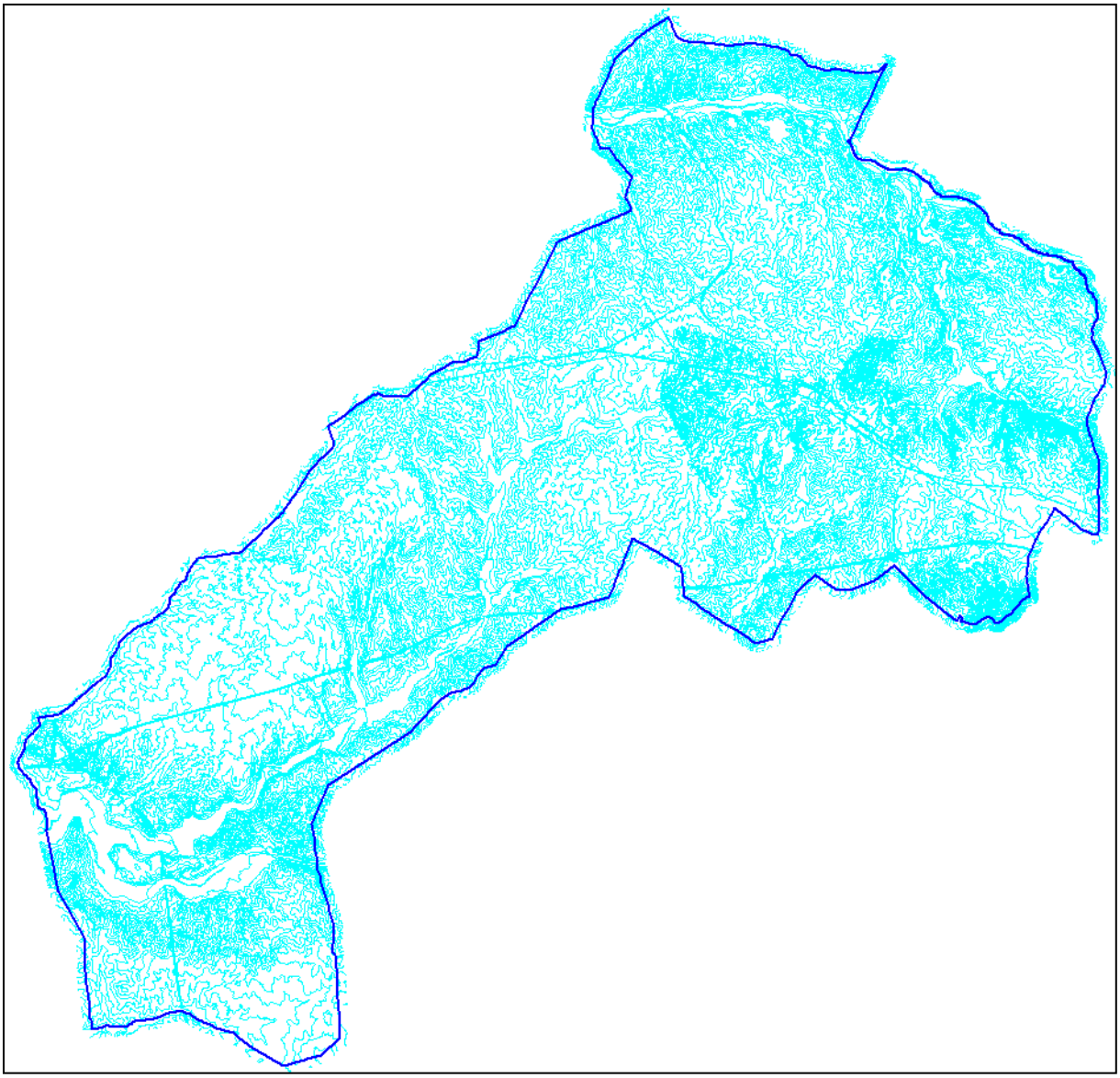


Figura 4.3 – Extrato do modelo altimétrico criado

4.1.5. Planimetria

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

I. Edifícios e respetiva cércea;

II. Rede viária;

III. Rede ferroviária;

IV. Zonas industriais.

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

Na Figura 4.4 pode observar-se o aspeto do modelo tridimensional criado.

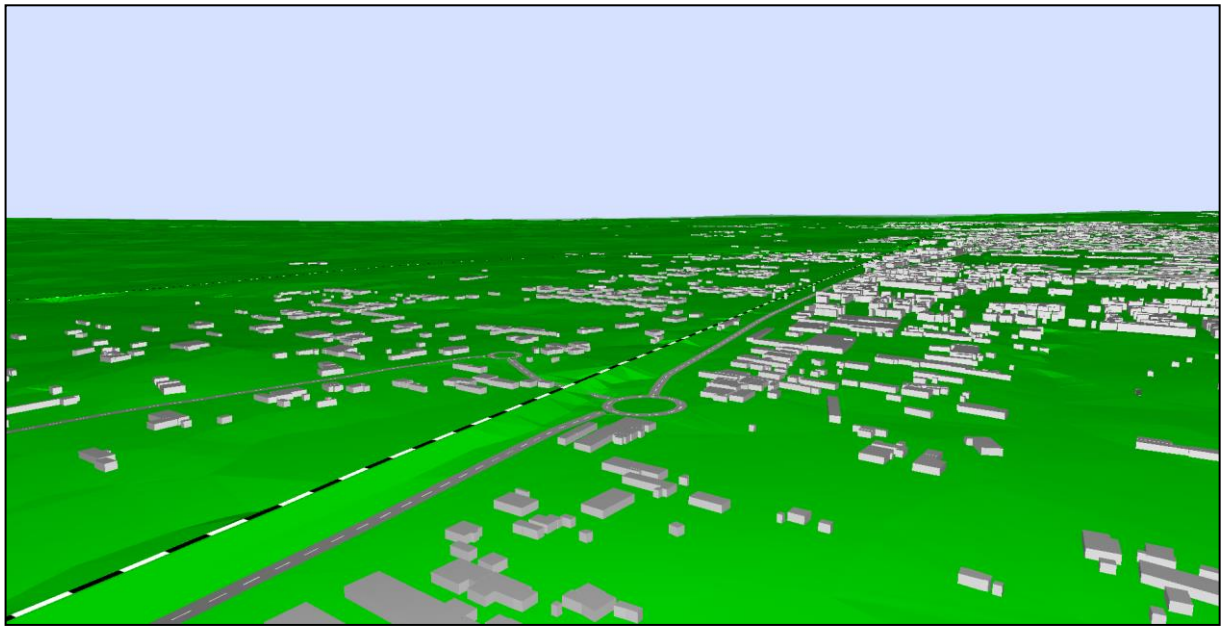


Figura 4.4 – Exemplo do modelo tridimensional criado

4.2. FONTES DE RUÍDO

Este estudo contempla como fontes de ruído os principais eixos de tráfego rodoviário, duas linhas ferroviárias, a concordância de Bombel e as indústrias/zonas industriais 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 através da cartografia e documentação fornecida pelo cliente e pelo trabalho de campo realizado entre os dias 16 e 21 de setembro de 2021.

As cotas das estradas foram obtidas através da modelação do terreno gerado pelas curvas de nível e pelos pontos cotados, tendo sido necessários alguns ajustes de modo a obter uma melhor correspondência com a realidade, como pode ser verificado na Figura 4.5.

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

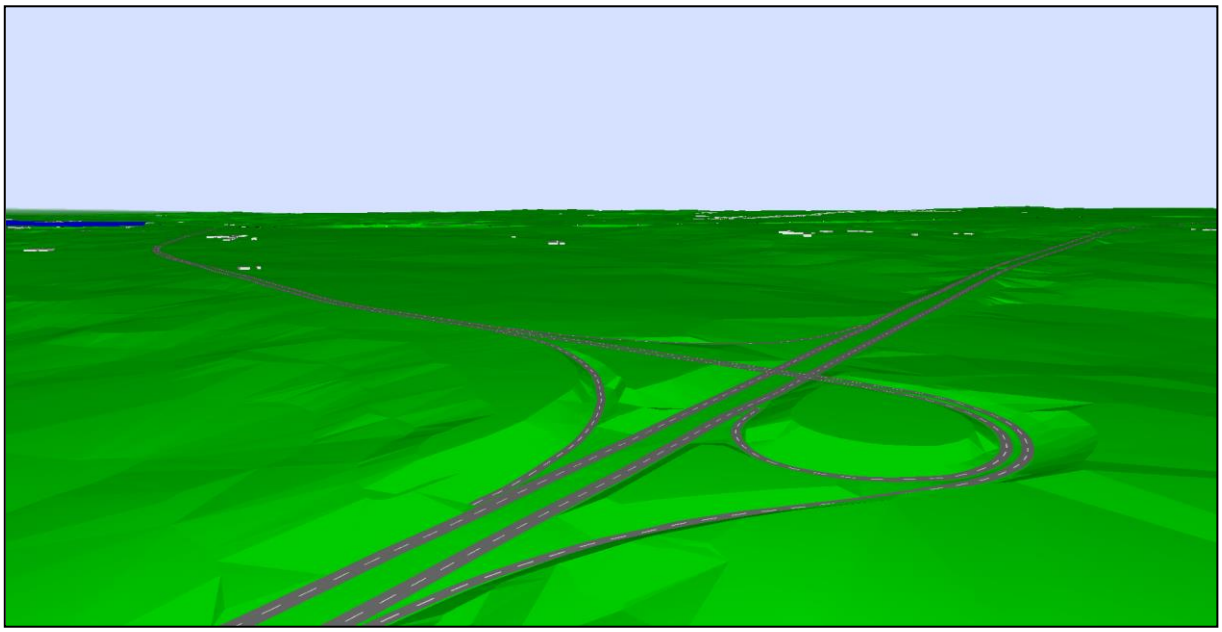


Figura 4.5 – Vista tridimensional do nó da A6 com a EN4

Os dados de tráfego a considerar em cada uma das vias incluídas no estudo foram fornecidos ao cliente pela Brisa (para as autoestradas) e pela IP (para as estradas nacionais) e encontravam-se divididos pelos três períodos de referência (diurno, entardecer e noturno). De notar que os dados de tráfego fornecidos são referentes ao ano de 2020, ano este pautado pela presença da pandemia COVID-19 e das medidas de confinamento associadas.

No entanto, dado tratar-se do último ano de que se dispõe de dados oficiais de tráfego, e tendo sido estes os dados fornecidos pelas respetivas entidades responsáveis, optou-se por os utilizar no cálculo do mapa de ruído atual (até porque não se conhece ainda como evoluirá a situação pandémica no futuro próximo. Dado que, em fase seguinte deste Estudo, será realizado um mapa de ruído prospetivo, para a situação futura decorrente do Plano Diretor Municipal, haverá oportunidade de introduzir dados de tráfego futuro que possam refletir melhor o previsível cenário pós-pandemia.

No quadro que se segue encontram-se listadas todas as estradas incluídas no 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	
A2: Marateca - A2/A6/A13	F001	571	4,6	418	3,4	81	9,9	120	90	Betão betuminoso
A2: A2/A6/A13 - Marateca	F002	571	4,6	418	3,4	81	9,9	120	90	Betão betuminoso
A2: A2/A6/A13	F003	498	3,9	372	2,8	74	9,4	120	90	Betão betuminoso

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

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	
- Alcácer do Sal										
A2: Alcácer do Sal - A2/A6/A13	F004	498	3,9	372	2,8	74	9,4	120	90	Betão betuminoso
A2 Oeste - A6	F005	191	7,7	115	8,7	23	15,1	100	80	Betão betuminoso
A6 - A2 Oeste	F006	186	8,7	130	6,6	28	20,1	100	80	Betão betuminoso
A2 Oeste - A2 Sul	F007	382	2,8	244	1,6	51	7,6	120	90	Betão betuminoso
A2 Sul - A2 Oeste	F008	357	2,4	334	1,7	57	4,2	120	90	Betão betuminoso
A2 Oeste - A13	F009	11	8,3	5	6,3	1	9,1	40	40	Betão betuminoso
A2 Sul - A6	F010	12	12,0	9	15,4	1	20,0	60	60	Betão betuminoso
A6 - A2 Sul	F011	11	10,0	5	6,7	1	22,2	60	60	Betão betuminoso
A2 Sul - A13	F012	111	7,1	85	6,3	15	12,7	120	90	Betão betuminoso
A13 - A2 Sul	F013	119	7,8	64	5,7	22	23,0	60	60	Betão betuminoso
A13 - A2 Oeste	F014	13	9,9	6	5,6	2	23,1	60	60	Betão betuminoso
A13 - A6	F015	21	16,5	11	18,8	3	32,0	60	60	Betão betuminoso
A6 - A13	F016	21	19,7	14	19,0	3	41,7	40	40	Betão betuminoso
A6: A2/A6/A13 - Vendas Novas	F017	221	9,3	142	8,7	30	20,0	120	90	Betão betuminoso
A6: Vendas Novas - A2/A6/A13	F018	221	9,3	142	8,7	30	20,0	120	90	Betão betuminoso
A6: Vendas Novas - Montemor-o-Novo Poente	F019	202	9,1	129	8,9	28	19,8	120	90	Betão betuminoso
A6: Montemor-o-Novo Poente - Vendas Novas	F020	202	9,1	129	8,9	28	19,8	120	90	Betão betuminoso
A13: Pegões - Marateca	F021	149	9,1	93	7,9	23	21,1	120	90	Betão betuminoso
A13: Marateca - Pegões	F022	149	9,1	93	7,9	23	21,1	120	90	Betão betuminoso
EN4: Pegões - Vendas	F023	352	8,0	202	6,1	58	15,6	50	50	Betão betuminoso

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

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	
Novas (Nó A6/IP7)										
EN4: Pegões - Vendas Novas (Nó A6/IP7)	F024	176	8,0	101	6,1	29	15,6	90	70	Betão betuminoso
EN380: Lavre - Vendas Novas (EN4)	F025	84	3,3	49	2,7	13	6,7	50	50	Betão betuminoso
EN251-1: Canha - Vendas Novas (EN4)	F026	16	2,9	9	3,6	3	5,0	90	70	Betão betuminoso
A6 - EN4	F027	38	11,8	25	6,7	5	22,2	40	40	Betão betuminoso
EN4 - A6	F028	38	11,8	25	6,7	5	22,2	40	40	Betão betuminoso
EN4 - A6	F029	38	11,8	25	6,7	5	22,2	40	40	Betão betuminoso
EN4 - A6	F029	38	11,8	25	6,7	5	22,2	40	40	Betão betuminoso
A6 - EN4	F030	38	11,8	25	6,7	5	22,2	40	40	Betão betuminoso
A6 - EN4	F031	77	11,8	50	6,7	9	22,2	90	70	Betão betuminoso
EN4 - A6	F032	77	11,8	50	6,7	9	22,2	90	70	Betão betuminoso
Ligação EN4-A6	F033	153	11,8	100	6,7	18	22,2	90	70	Betão betuminoso
Rotunda 1	F034	180	7,9	103	6,1	30	15,4	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 2	F035	264	8,0	151	6,1	43	15,6	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 3	F036	176	8,0	101	6,1	29	15,6	40	40	Betão betuminoso
Rotunda 4	F037	8	2,9	5	3,6	1	5,0	40	40	Betão betuminoso

4.2.1. Tráfego ferroviário

O concelho de Vendas Novas é atravessado pela linha do Alentejo (que liga o Barreira à Funcheira), pela linha de Vendas Novas (que liga Setil a Vendas Novas) e pela concordância de Bombel. As linhas foram implantadas no modelo 3D com recurso à informação fornecida pelo cliente e o tráfego ferroviário que nelas circula provém de dados oficiais fornecidos pela IP. A figura abaixo ilustra um troço da linha do Alentejo paralelo à EN4.

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

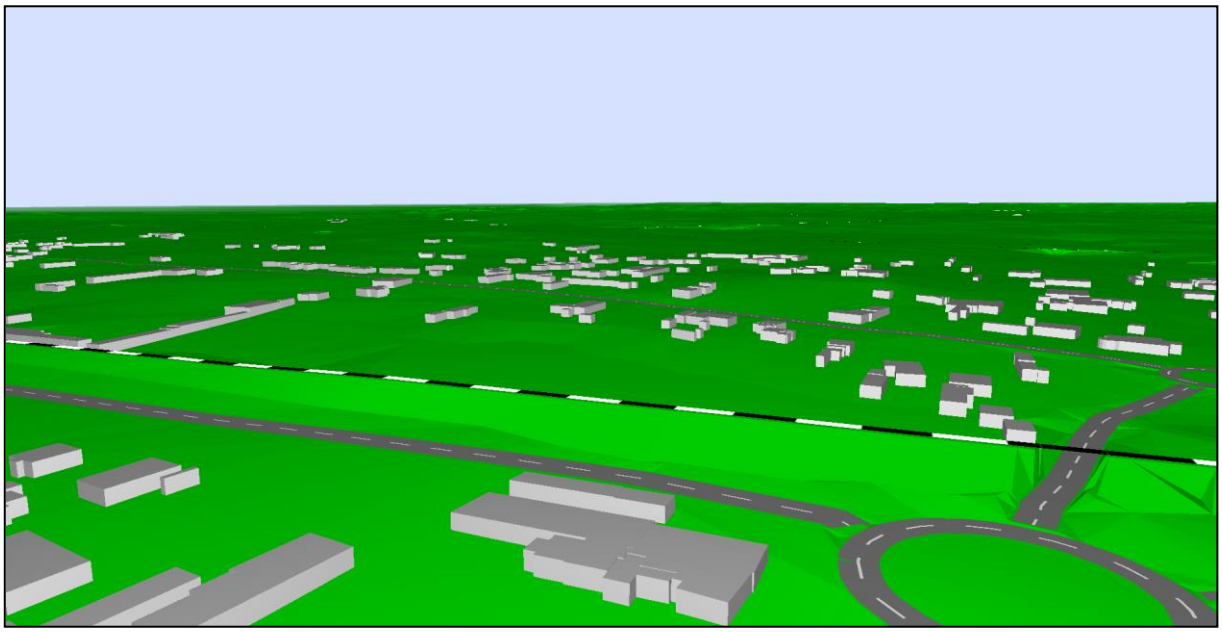


Figura 4.6 – Vista tridimensional da Linha do Alentejo, na zona da ligação da EN251-1 à EN4

Nos quadros seguintes são apresentados os volumes de tráfego utilizados para o cálculo do mapa de ruído, por período de referência, bem como as características do material circulante por troço de linha.

Quadro 4.2 – Volumes de tráfego e características do material circulante nas linhas do Alentejo e de Vendas Novas para os períodos diurno, entardecer e noturno

LINHA DO ALENTEJO						
Categoria	São João das Craveiras - Bombel			Vel. média	Comprimento	Travões utilizados (%)
	Nº de passsagens					
	Diurno	Entardecer	Noturno	(km/h)	(m)	
Nacionais Inter-Cidades	7,8	1	0	120	96	70
Nacionais Bloco - Contentores	10,9	1,8	1,2	100	650	0
Nacionais Bloco - Madeira	1,2	0	0	100	400	0
Nacionais Bloco - Produtos Químicos	0,6	0	0	100	450	0
Nacionais Bloco - Materiais de Via	0,6	0	0	100	400	0
Nacionais Bloco - Produtos Siderúrgicos	0,1	0	0	100	250	0
Nacionais Bloco - Areia	0,2	0	0	100	345	0
Nacionais Bloco - Combustíveis Líquidos	0,2	0	0	100	210	0
Nacionais Bloco - Outras Mercadorias	0,1	0	0	100	200	0
Internacionais Bloco - Produtos Siderúrgicos	0,5	0,3	0,2	100	300	0
Internacionais Bloco - Produtos Químicos	0,1	0	0	100	250	0

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

LINHA DO ALENTEJO						
Categoria	São João das Craveiras - Bombel			Vel. média	Comprimento	Travões utilizados (%)
	Nº de passsagens					
	Diurno	Entardecer	Noturno	(km/h)	(m)	
Internacionais Bloco - Outras Mercadorias	0,1	0,1	0	100	400	0
Marcha Exp. Mat. Vazio Passageiros	1,4	0	0	120	52	0
Marcha Exp.Máq.Isol. associad Comb.Merc.	0,1	0	0	100	20	0

LINHA DO ALENTEJO						
Categoria	Bombel - Torre da Gadanha			Vel. média	Comprimento	Travões utilizados (%)
	Nº de passsagens					
	Diurno	Entardecer	Noturno	(km/h)	(m)	
Nacionais Inter-Cidades	7,8	1	0	120	96	70
Nacionais Bloco - Materiais de Via	0,4	0	0	100	400	0
Marcha Exp. Mat. Vazio Passageiros	1,4	0	0	120	52	0
Marcha Exp.Máq.Isol. associad Comb.Merc.	0,1	0	0	100	20	0

LINHA DE VENDAS NOVAS						
Categoria	Canha - Vidigal			Vel. média	Comprimento	Travões utilizados (%)
	Nº de passsagens					
	Diurno	Entardecer	Noturno	(km/h)	(m)	
Nacionais Bloco - Contentores	10,9	1,8	1,2	80	650	0
Nacionais Bloco - Madeira	1,2	0	0	80	400	0
Nacionais Bloco - Produtos Químicos	0,6	0	0	80	450	0
Nacionais Bloco - Materiais de Via	0,1	0	0	80	350	0
Nacionais Bloco - Produtos Siderúrgicos	0,1	0	0	80	250	0
Nacionais Bloco - Areia	0,2	0	0	80	365	0
Nacionais Bloco - Combustíveis Líquidos	0,2	0	0	80	210	0
Nacionais Bloco - Outras Mercadorias	0,1	0	0	80	200	0
Internacionais Bloco - Produtos Siderúrgicos	0,5	0,3	0,2	80	300	0
Internacionais Bloco - Produtos Químicos	0,1	0	0	80	250	0
Internacionais Bloco - Outras Mercadorias	0,1	0,1	0	80	400	0

4.2.2. Indústrias

Existe um número reduzido de unidades do tipo industrial no concelho de Vendas Novas. Os perímetros industriais inseridos no modelo foram fornecidos pelo cliente e correspondem aos limites

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

do PP do Parque Industrial de Vendas Novas e da área adjacente a sul deste parque, classificada no PDM do município como Espaços Industriais Existentes.

Estas áreas foram caracterizadas acusticamente tendo em conta os métodos referidos no "*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*", publicado por um grupo de trabalho da Comissão Europeia em agosto de 2007.

No quadro seguinte são apresentadas as características de emissão sonora e horários de funcionamento considerados para as áreas industriais modeladas.

Quadro 4.3 – Tipologia de fontes industriais consideradas como fontes em área e respetiva potência sonora e período de funcionamento aplicados

Indústria	ID	Potência sonora	Período de laboração (h)		
		dB(A)/m²	Diurno	Entardecer	Noturno
Parque Industrial	I001	65	13	3	8
Espaços industriais existentes	I002	60	13	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) , na norma alemã Schall-03 (tráfego ferroviário) 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 Diretiva 2002/49/CE, a 4 m de altura do solo. Foi utilizado o valor de 1 reflexão para cada raio sonoro e de 1500 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 diretrizes, 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 foi efetuada uma medição acústica em contínuo, abrangendo pelo menos 48h, de acordo com as recomendações da APA. Estes dados recolhidos

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

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. Uma vez que os dados de tráfego rodoviário disponibilizados pela IP são referentes ao ano de 2020 (ano de pandemia e de franca redução na circulação automóvel devido ao confinamento) e a medição de ruído foi realizada em setembro de 2021, optou-se por aplicar um fator de correção de tráfego para níveis pós-confinamento. De acordo com vários estudos de tráfego, a circulação automóvel em 2020 reduziu cerca de 40% face ao ano anterior, pelo que, para efeitos de validação do modelo acústico, se considerou que em 2021 o tráfego subiu 40% face aos valores de 2020. Uma diferença de 40% nos valores de TMH tem uma influência significativa nos níveis de ruído de tráfego, pelo que seria praticamente impossível validar o modelo com medições realizadas em Setembro de 2021 e dados de TMH de 2020.

4.4.1. Equipamentos utilizados

O equipamento utilizado na medição de ruído está homologado pelo IPQ e as suas características técnicas e n.º de certificado de calibração podem ser visualizadas no quadro que se segue.

Quadro 4.4 – 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	VACV644/20	21-12-2020
Calibrador	Svantek	SV35A	42961			

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, com o objetivo caracterizar as rodovias e as ferrovias, para efeitos de validação do modelo. Foi instalado junto à EN4 e à linha do Alentejo (localização geográfica: 38°41'6.66"N, 8°29'44.91"W) no dia 16 de setembro e recolhido no dia 20 de setembro de 2021.

O PV foi cotado a cerca de 4 metros acima do solo, de forma idêntica à posição do microfone do sonómetro.

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

Na figura seguinte pode visualizar-se a localização do ponto de validação introduzido no modelo. A diferença linear entre os valores calculados pelo modelo e os valores medidos para os indicadores L_{den} e L_n encontram-se representados no Quadro 4.5.

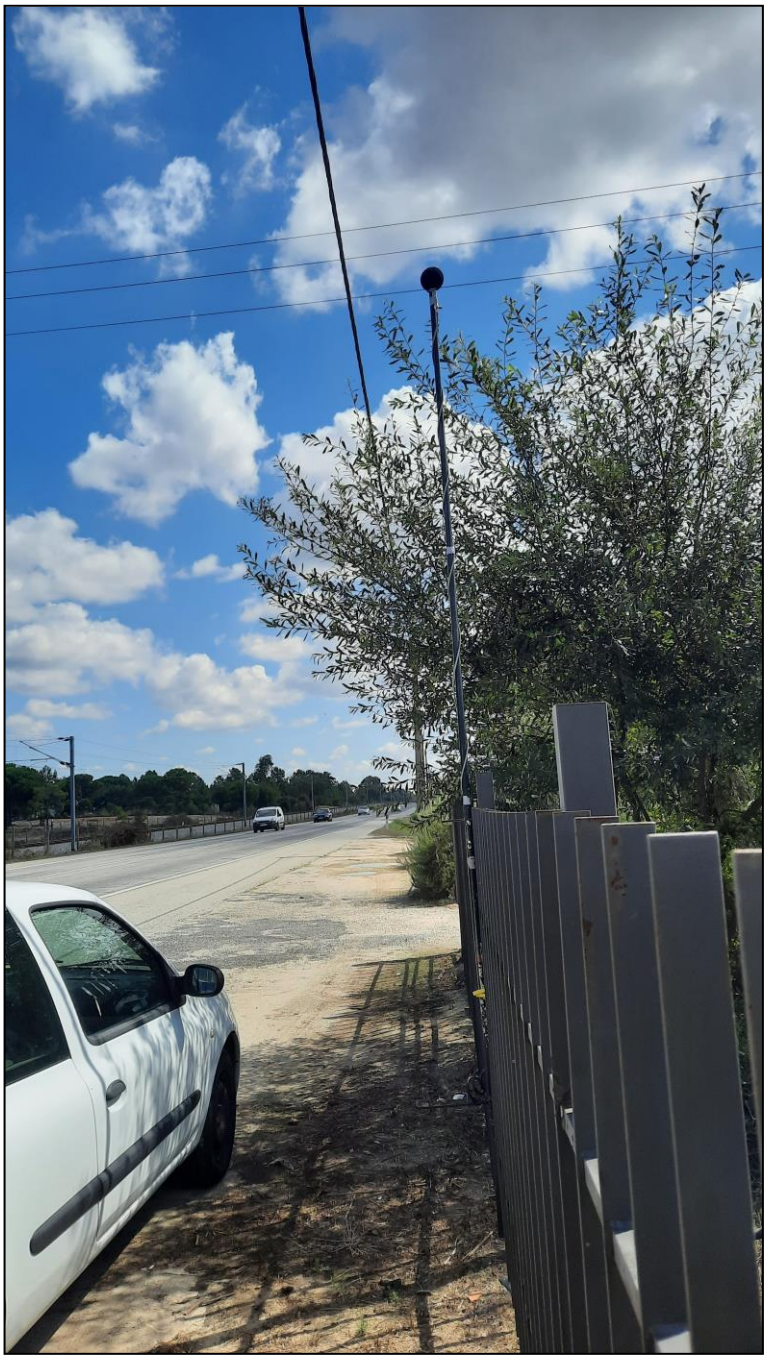


Figura 4.7 – Visualização do PV

Quadro 4.5 – Comparação entre os valores medidos e os valores calculados para os indicadores L_{den} e L_n (validação) no ponto de validação.

Dados de tráfego	Indicador calculado		Indicador medido (setembro 2021)		Indicador calculado - Indicador medido		Requisito
	$L_{Aeq\ calc}$ [dB(A)]		$L_{Aeq\ med}$ [dB(A)]		$L_{Aeq\ calc} - L_{Aeq\ med}$ [dB(A)]		
	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	
TMH 2020	71,7	63,2	74,7	67,4	-3,0	-4,2	≤ |2 dB(A)|
TMH estimado para setembro 2021	73,9	65,5			-0,8	-1,9	

No quadro 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, não se pode considerar o modelo apresentado para a elaboração do MR do concelho de Vendas Novas como validado tendo em conta os dados de TMH de 2020, dado não se verificar o cumprimento da condição estipulada nas diretrizes emitidas pela APA para a elaboração deste tipo de mapas:

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

Percebe-se que o ruído medido em 2021 é significativamente superior ao ruído calculado com os dados de 2020, o qual é explicável pela drástica redução de circulação rodoviária durante grande parte do ano 2020, principalmente de veículos pesados de mercadorias, que viram a sua atividade suspensa durante vários meses.

Como tal, e como já referido anteriormente, aplicou-se um aumento de 40% de tráfego rodoviário para a data de setembro de 2021 e, neste caso, o modelo já se considerada validado. A diferença entre os valores calculados pelo modelo e os valores medidos pode indicar que o aumento do volume de tráfego médio anual de 2020 para o tráfego atual de setembro de 2021 foi superior aos 40% considerados.

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

5. RESULTADOS DO MODELO – MAPA DE RUÍDO ATUAL

Os resultados obtidos através da modelação acústica são apresentados em forma de mapas de ruído e podem ser consultados em detalhe no Anexo II do presente relatório.

Os dados de tráfego médio anual considerados reportam-se ao ano de 2020.

Foram calculados os MR para os indicadores L_{den} e L_n, tendo em conta as fontes de ruído apresentadas no subcapítulo 4.2. As figuras abaixo apresentam um extrato do MR para cada um dos indicadores.

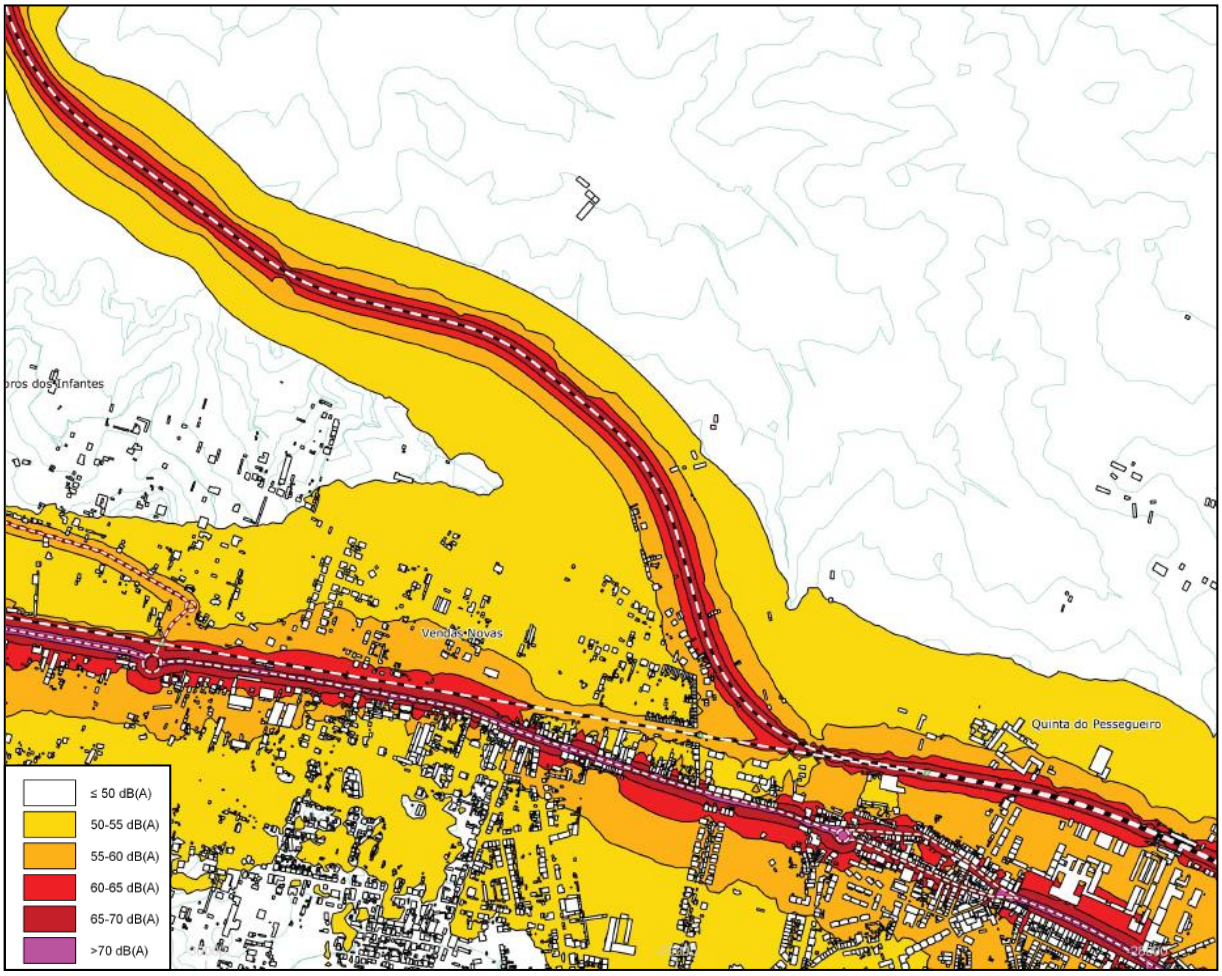


Figura 5.1 – Extrato do MR da situação atual para o indicador L_{den}

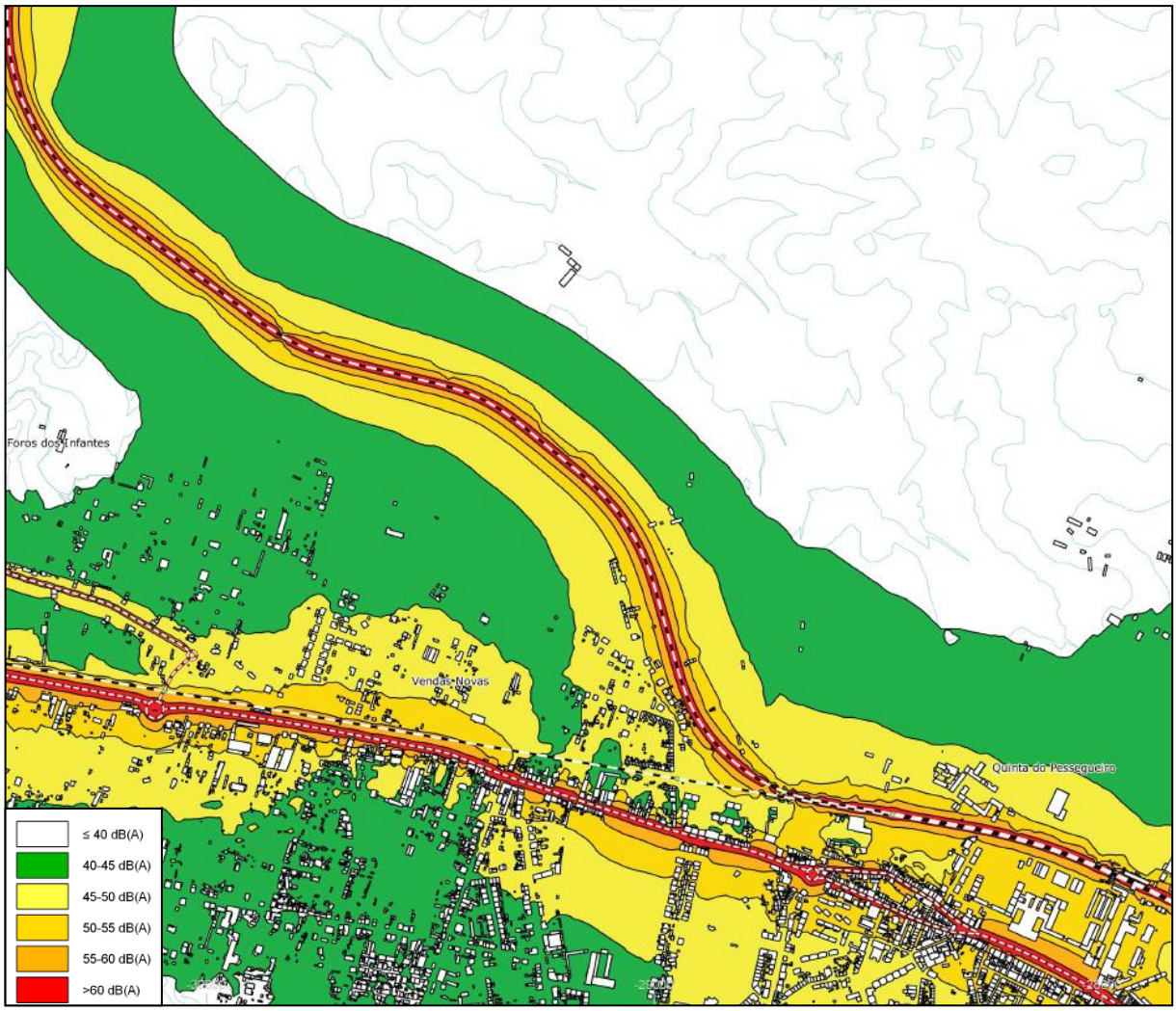


Figura 5.2 – Extrato do MR da situação atual para o indicador L_n

Os níveis de ruído mais elevados são registados na envolvente próxima das principais rodovias que servem o concelho, particularmente nas envolventes da A2 e da A6. No entanto, uma vez que não existem recetores na proximidade destas autoestradas, estes níveis de ruído não afetam a população. Contrariamente, o elevado tráfego que circula na EN4 é responsável por níveis de ruído acima de 65 dB(A) no L_{den} e 55 dB(A) no L_n junto a diversos recetores sensíveis/habitações. Tal facto deve-se também à proximidade das casas à via, cenário que se repete ao longo de vários km. Já o ruído proveniente das restantes estradas nacionais consideradas no mapa de ruído pode ser desprezado.

Relativamente às ferrovias, apenas o troço da Linha do Alentejo que segue paralelo à EN4 desde Foros de Bombel até ao centro de Vendas Novas poderia revelar-se problemático mas, como se desenvolve paralelo a uma via com bastante tráfego automóvel, o ruído gerado pela linha é desprezível.

É visível uma mancha de ruído em torno das duas áreas industriais consideradas no mapa do indicador L_{den} e apenas para a área do Parque Industrial no indicador L_n pois possui indústrias com horário de funcionamento durante o período noturno. Embora crie uma ampla mancha de ruído, esta área, dado encontrar-se numa zona afastada do centro urbano, não tem implicações no impacto acústico da população.

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

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi desenvolvido um modelo computacional, utilizando o programa CadnaA, para calcular os mapas de ruído para o concelho de Vendas Novas. 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, Schall03 e a Norma ISO 9613 / NP 4361-2.

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 prevista para o local em estudo. Os Mapas de Ruído do concelho de Vendas Novas para a situação atual podem ser visualizados, para a totalidade da área do concelho, nos Anexos II.1 (indicador L_{den}) e II.2 (indicador L_n). Importa salientar que a situação atual se refere ao ano de 2020, ano este afetado pela pandemia de COVID-19, e que registou níveis de tráfego rodoviário substancialmente abaixo de anos anteriores.

A análise dos mapas de ruído a partir do modelo demonstra que o município de Vendas Novas apresenta, em grande parte do seu território, níveis de ruído pouco elevados. Os níveis de ruído mais elevados são registados na envolvente próxima das principais rodovias que servem o concelho, nomeadamente a A2, A6 e a EN4. No entanto, relativamente às autoestradas, uma vez que não há habitações nas suas envolventes próximas, os níveis de ruído gerados por estas vias não têm implicações para a população residente. Já na EN4, dada a proximidade dos recetores à via, registam-se diversos casos em que os níveis excedem os limites regulamentares tendo em conta a classificação como zona mista.

As linhas ferroviárias do Alentejo e de Vendas Novas possuem tráfego de comboios moderado e os níveis de ruído gerado ficam circunscritos a uma curta faixa paralela às mesmas.

As zonas industriais incluídas no modelo contribuem pouco para os níveis de ruído do concelho devido à zona de maior área e com funcionamento no período mais crítico (noturno) – Parque Industrial – se localizar fora do centro urbano de Vendas Novas e, portanto, afastada de habitações e outros recetores sensíveis, fazendo com que os níveis de ruído não sejam expressivos.

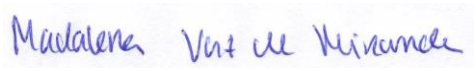
Uma vez que os dados de entrada para o cálculo dos mapas de ruído do município de Vendas Novas se referem ao ano de 2020 (pandemia), nomeadamente os dados de TMH rodoviário, prevê-se que, atualmente, os níveis de ruído no concelho sejam superiores aos resultados obtidos nos mapas apresentados nos anexos do presente relatório. Numa fase seguinte, irá ser elaborado o mapa de ruído prospectivo de Vendas Novas, onde esta situação irá ser tida em conta e onde se deverá esperar níveis superiores – salienta-se que uma duplicação nos volumes de tráfego corresponde genericamente a um acréscimo de 3 dB(A) nos níveis de ruído.

O MR do município de Vendas Novas é um mapa que comporta todas as fontes relevantes à escala municipal. Ao analisar áreas que estão 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 Planos de Pormenor e Planos de Urbanização, mapas estes que são efetuados a uma escala mais local e não concelhia.

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

Elaborado por:

Madalena Vaz de Miranda



Técnica Superior

Revisto e aprovado por:

Luís Conde Santos

Diretor Técnico

7. 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. NP ISO 1996-1 (2011) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação, IPQ, Fevereiro 2011.

7. NP ISO 1996-2 (2011) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente, IPQ, Fevereiro 2011.

8. 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.

9. 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".

10. Directrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído, versão 3, APA, Dezembro 2011.

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

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

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

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

ANEXOS

ANEXO I – Identificação das fontes de ruído modeladas (1:10 000)

ANEXO II – Mapas de Ruído do Concelho de Vendas Novas L_{den} e L_n (1:10 000)

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

www.dbwave.pt

dbwave@dbwave.pt

Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas

Resumo Não Técnico

Novembro 2021

Equipa técnica do mapa de ruído:

Luís Conde Santos, Diretor Técnico
Madalena Vaz de Miranda, Técnica Superior
Jorge Preto, Técnico Superior

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

1. INTRODUÇÃO

O presente Resumo Não Técnico (RNT) pretende ser um documento independente, contudo uma peça integrante da Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas.

O intuito deste resumo é sintetizar em linguagem não técnica o conteúdo do Mapa de Ruído (MR) e explicitar de forma acessível e clara a todos aqueles que pretendam conhecê-lo.

1.1 O MAPA DE RUÍDO E OS SEUS OBJETIVOS

A temática do ruído já há muito é discutida. No entanto, com a publicação do Regulamento Geral do Ruído em Janeiro de 2007 (Decreto-Lei n.º 9/2007), a prevenção e o controlo da poluição sonora vieram assumir uma nova perspetiva.

Mas, o que é o ruído? O ruído pode ser entendido como um som desagradável ou indesejável para o ser humano. Ao nível do Município, esse ruído é originado por diversas fontes, tais como: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, atividades industriais e tráfego aéreo.

De forma a proporcionar uma melhor qualidade de vida às populações, existe a necessidade de se conhecer os níveis de ruído existentes em cada município, surgindo assim, os Mapas de Ruído. É da competência dos municípios a elaboração e promoção desses MR e o seu enquadramento nos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT).

O Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas representa os níveis de ruído existentes na área do concelho, visualizando-se as zonas que correspondem a determinadas classes de valores expressos em dB(A).

Um equipamento bastante utilizado que permite a caracterização de determinado ruído é o sonómetro. Este permite a obtenção de diferentes indicadores de ruído:

- instantâneos (SPL);
- estatísticos (ex: L_{95});
- máximos, mínimos ($L_{máx}$, L_{min});
- médios (L_{Aeq}).

No entanto, o indicador mais utilizado na avaliação do ruído nos MR é o L_{Aeq}, pois traduz a situação média em termos de ruído. Com a entrada em vigor do DL 9/2007 passaram a existir três períodos de referência para avaliação dos níveis de ruído:

1. Período diurno, das 7h00 às 20h00;

2. Período do entardecer, das 20h00 às 23h00;

3. Período noturno, das 23h00 às 07h00.

Por outro lado, a avaliação dos níveis de ruído passou a ser feita com base nos indicadores L_{den} e L_n. O primeiro representa o L_{Aeq} para o conjunto dos três períodos de referência e o segundo apenas para o período noturno, sendo que “den” significa “diurno-entardecer-noturno” e “n” significa “noturno”.

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

Em termos legais, exige-se a todos os municípios a classificação do seu território em zonas sensíveis[1] e zonas mistas[2] consoante a ocupação do território e para as quais são permitidos níveis de ruído diferentes, quer para o indicador L_{den} quer para o L_n. A legislação em vigor prevê ainda uma terceira possibilidade que é a ausência de classificação acústica de um local para a qual também existem limites regulamentares próprios.

No quadro seguinte estão representados os níveis máximos de ruído permitido para os três tipos de classificação do território.

Quadro 1-1 – Níveis máximos de ruído permitido expresso em L_{Aeq}

Zona	Níveis máximos de exposição ao ruído ambiente no exterior, dB(A)	
	L_{den}	L_n
Sensível	55	45
Mista	65	55
Não classificada	63	53

O Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas pretende ser uma ferramenta para a gestão e controlo da poluição sonora existente na área do concelho, assim como apoiar a tomada de decisões sobre planeamento e ordenamento do território, devendo, portanto, ser adotado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação.

Assim, o Mapa de Ruído fornece informação para atingir os seguintes objetivos:

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

[1] **Zonas sensíveis:** áreas vocacionadas para escolas, hospitais, habitações, espaços de recreio e lazer, contendo pequenas unidades comerciais sem funcionamento noturno.
[2] **Zonas mistas:** áreas com outros usos, para além dos referidos para zonas sensíveis.

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

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O concelho de Vendas Novas situa-se no Alentejo, distrito de Évora, e está dividido em duas freguesias (Vendas Novas e Landeira), ocupando uma área total de 222,5 km^2 com cerca de 12 000 habitantes (Censos 2011). Apresenta como principais fontes as autoestradas A2, A6, A13, as estradas nacionais EN4, EN380 e a EN251-1 e diversas estradas municipais e arruamentos urbanos. Possui ainda as ferrovias da Linha do Alentejo e da Linha de Vendas Novas e dois parques industriais.

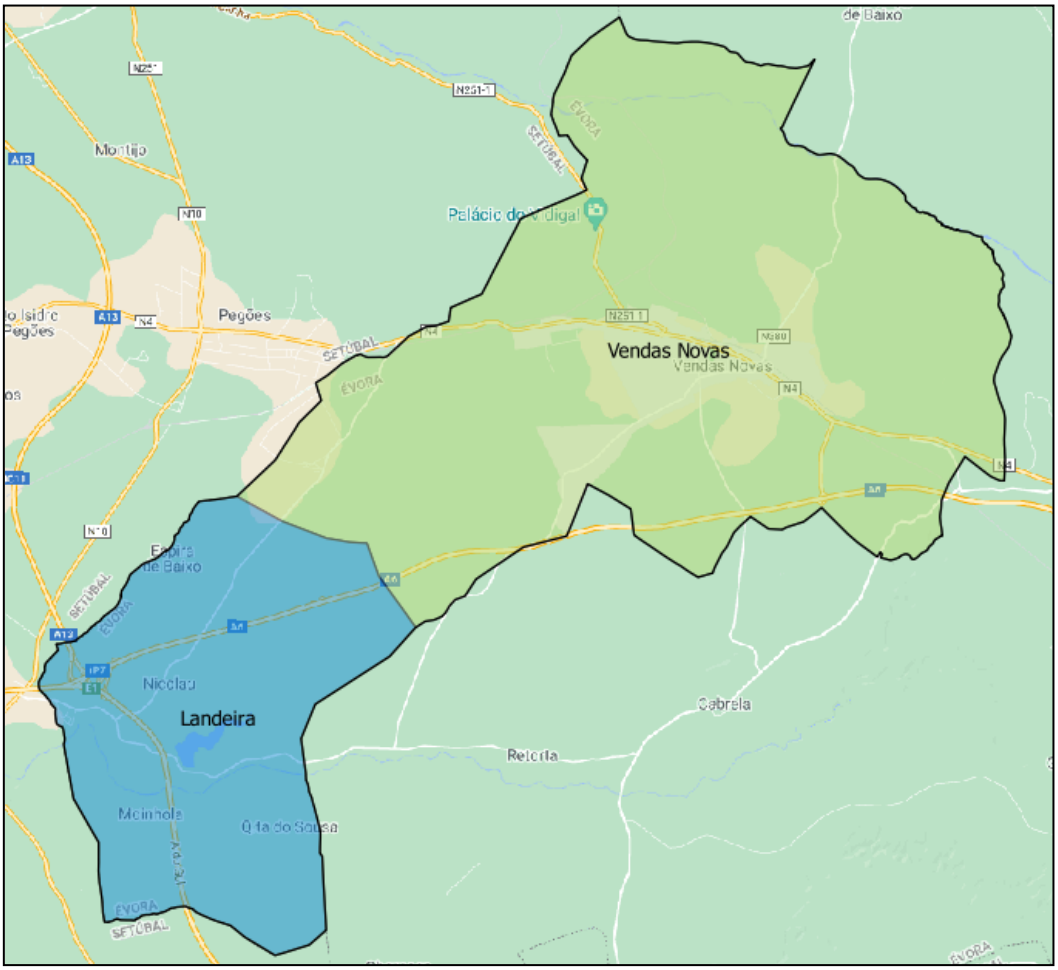


Figura 2.1 – Localização do município de Vendas Novas e respetivas freguesias

3. CARACTERIZAÇÃO DO MAPA DE RUÍDO DO MUNICÍPIO DE VENDAS NOVAS

O presente estudo consiste na elaboração do mapa de ruído para o município do , de acordo com o DL 9/2007. Trata-se, essencialmente, de uma caracterização acústica da situação existente neste município. Como habitualmente, foram contempladas as principais fontes de ruído existentes no interior e envolvente mais próxima daquele, a saber: A1, EN3, EN 365-2, EN114-2 e a Linha do Norte. Consideraram-se também as principais indústrias/parques industriais existentes.

Os dados necessários para a elaboração do MR do município foram os seguintes:

- Clima;
- Geomorfologia;
- Cartografia digital base fornecida pelo cliente;
- Dados de tráfego rodoviário e ferroviário;
- Horários de funcionamento das indústrias tendo em conta os períodos de referência.

A realização do mapa de ruído englobou as seguintes fases:

- Tratamento da altimetria no *software* CadnaA e criação de um modelo digital do terreno (tridimensional);
- Caracterização das fontes de ruído com base nas Normas francesas NMPB96 e XPS 31-133 (tráfego rodoviário) e nas Normas NP 4361-2 (ISO 9613-2) e Schall 03 (tráfego ferroviário).
- Análise e tratamento de dados relativamente às fontes sonoras, obstáculos, efeito do solo e padrões de ocupação do solo;
- Simulação, em computador, dos níveis de ruído para o município através do *software* CadnaA e com base nas Normas francesas NMPB96, XP S 31-133, na Norma NP 4361-2 e Schall 03;
- Impressão dos Mapas de Ruído e análise final por inspeção visual, para deteção de eventuais erros de processamento.

Após a identificação das fontes de ruído, consideraram-se as seguintes fontes para o cálculo do MR:

Fontes de ruído rodoviário:

- A2
- A13
- A6
- EN4

- EN380
- EN251-1

Fontes de ruído ferroviário:

- Linha do Alentejo
- Linha de Vendas Novas e concordância de Bombel

Fontes de ruído industrial:

- Parque Industrial de Vendas Novas
- Espaços industriais existentes

Na Figura 3.1 são apresentadas todas as fontes de ruído identificadas anteriormente e consideradas relevantes para o mapa de ruído.

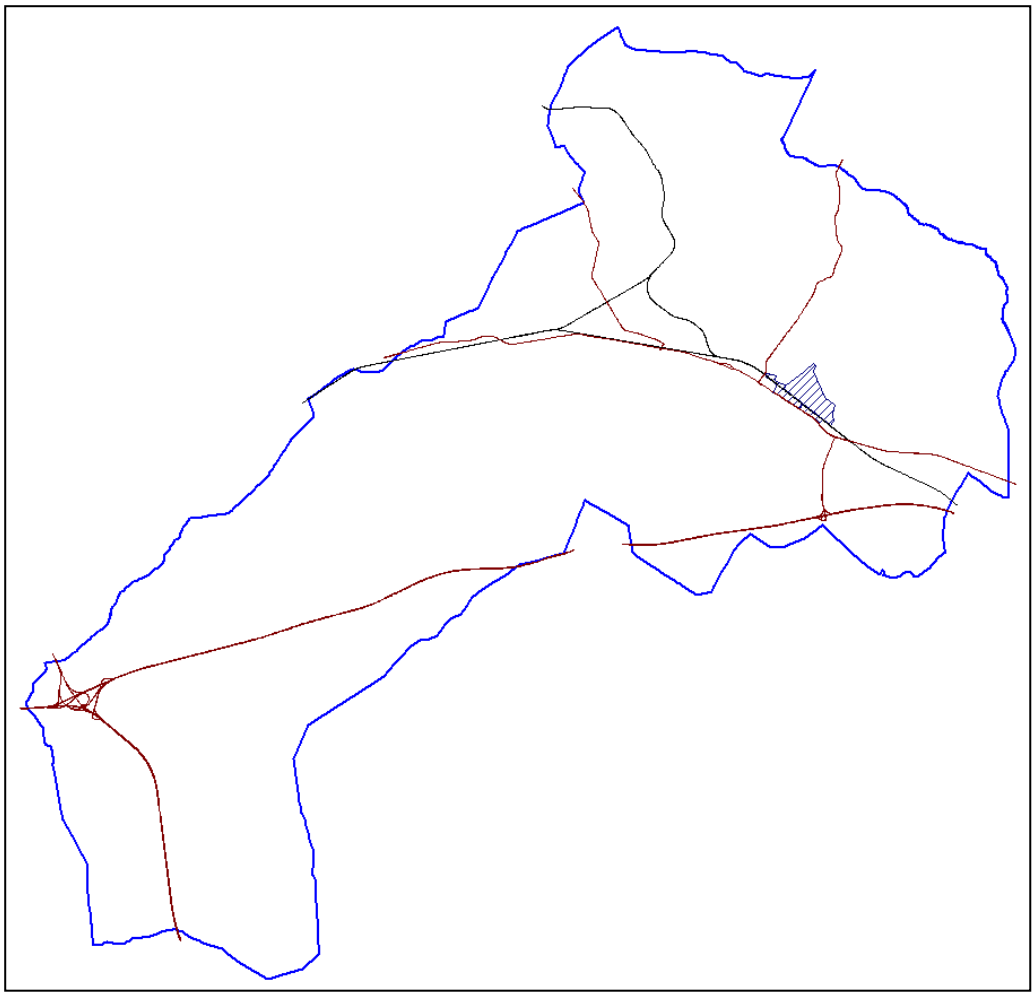


Figura 3.1 – Vista em planta das fontes de ruído consideradas no MR de Vendas Novas

As figuras que se seguem pretendem permitir a visualização em três dimensões de algumas das fontes de ruído consideradas neste estudo.

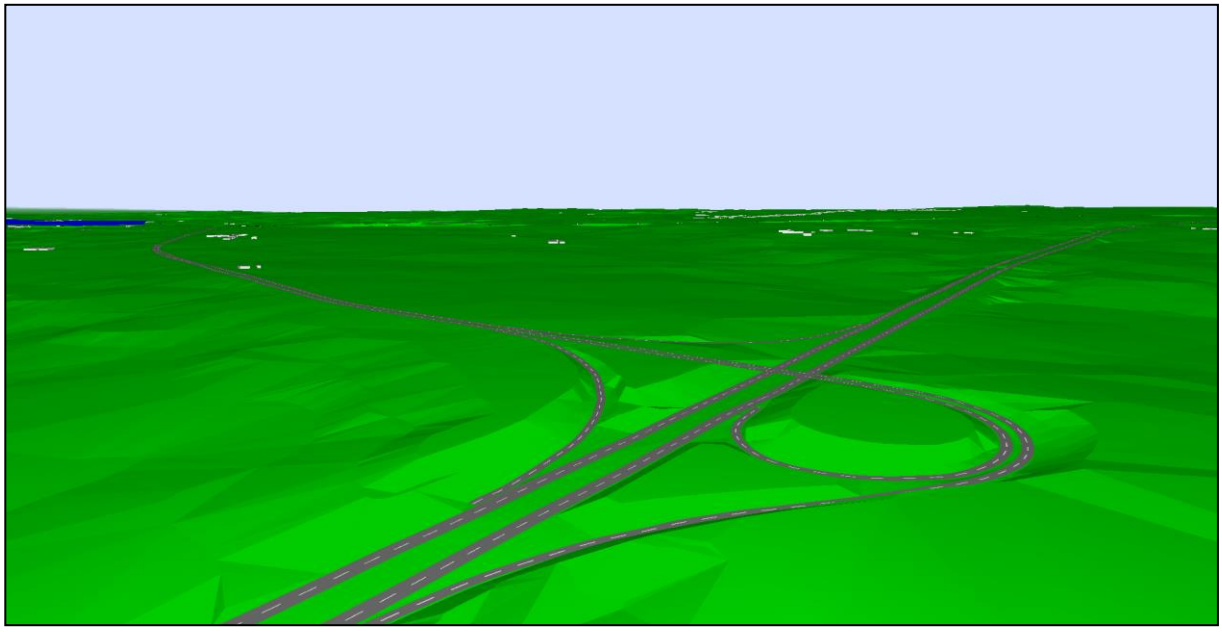


Figura 3.2 – Vista 3D do nó da A6 com a EN4

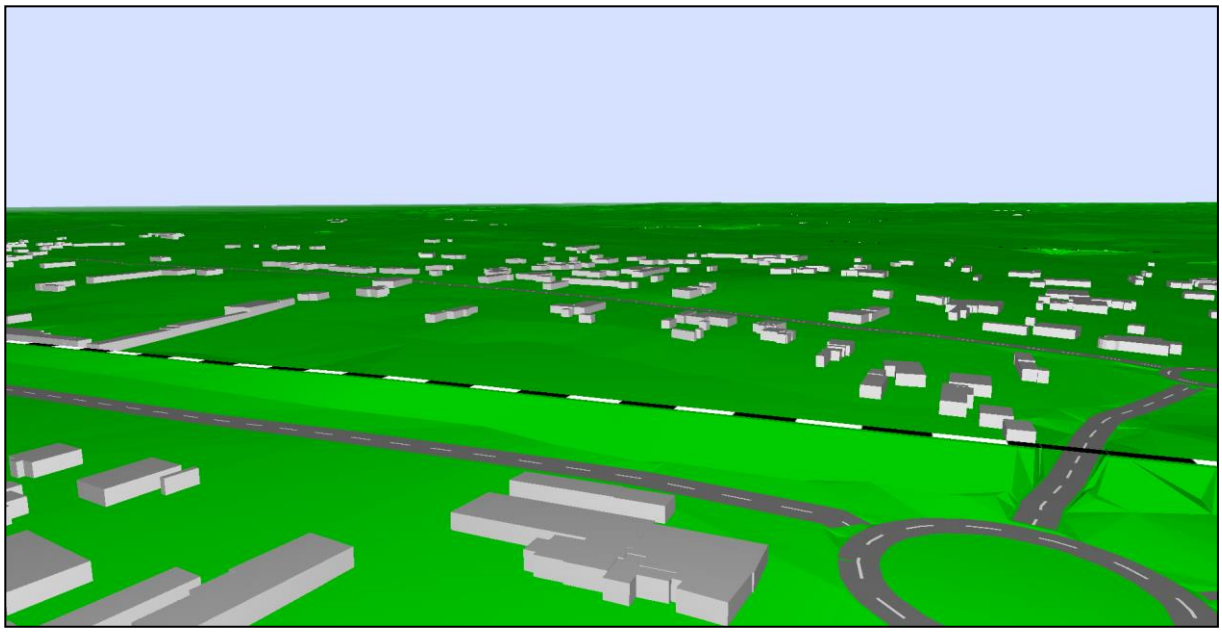


Figura 3.3 – Vista tridimensional da Linha do Alentejo, na zona da ligação da EN251-1 à EN4

No anexo deste RNT podem visualizar-se os mapas de ruído resultantes do modelo (Anexo III.1 – indicador L_{den} e Anexo III.2 - indicador L_n, à escala 1:90 000). Os referidos mapas apresentam uma escala de cores de acordo com os níveis de ruído simulados no programa de computador, correspondendo as cores mais escuras a níveis de ruído mais altos e as mais claras a níveis inferiores de ruído (Figura 3-4).

Classes do Indicador	Cor
$L_{den} \leq 55$	ocre
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim
$L_{den} > 70$	magenta

Classes do Indicador	Cor
$L_n \leq 45$	verde escuro
$45 < L_n \leq 50$	amarelo
$50 < L_n \leq 55$	ocre
$55 < L_n \leq 60$	laranja
$L_n > 60$	vermelhão

→ MENOS RUÍDO

→ MAIS RUÍDO

Figura 3.4 – Escalas de cores representativas dos diferentes níveis de ruído

4. NOTA FINAL

O Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas é uma ferramenta útil na gestão e controlo da poluição sonora, assim como no planeamento do território, permitindo identificar situações prioritárias a integrar em planos de redução de ruído.

Como seria de esperar, no Mapa de Ruído do Município de Vendas Novas verifica-se um decréscimo dos níveis de ruído do indicador L_{den} para o L_n.

As zonas mais ruidosas são aquelas que apresentam cores mais escuras (vermelho, roxo ou amarelo escuro) e as menos ruidosas são as que apresentam cores mais claras (verde ou amarelo claro).

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

ANEXOS

MAPAS DE RUÍDO

INDICADORES L_{den} e L_n

ESCALA 1:90 000

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