

Mapa de Ruído do Município de Alcochete

Descrição do Modelo e Resultados

Versão Final

Referência do Relatório: DBW_MRRM_0104_20

Data do Relatório: Agosto 2020

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 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 ALCOCHETE	8
3.3. SOFTWARE UTILIZADO	8
3.4. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS	8
3.4.1. Tráfego rodoviário	8
3.4.2. Indústrias	11
4. DESCRIÇÃO DO PROJETO	13
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MODELO	13
4.1.1. Identificação da área de estudo	13
4.1.2. Área do mapa e área de estudo	14
4.1.3. Caracterização climática	14
4.1.4. Altimetria	15
4.1.5. Planimetria	16
4.2. FONTES DE RUÍDO	16
4.2.1. Tráfego rodoviário	16
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 modeladas (1:25 000) – formato A1 ▪ ANEXO II – Mapas de Ruído do Concelho de Alcochete L_{den} e L_n (1:25 000) – formato A1 ▪ ANEXO III – Mapas de Ruído do Concelho de Alcochete L_{den} e L_n – formato A3 (Resumo Não Técnico)	

Mapa de Ruído do Município de Alcochete

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projeto	Mapa de Ruído do Município de Alcochete
Cliente	Câmara Municipal de Alcochete
Morada	Largo de S.João 2894-001 Alcochete
Localização do projeto	Alcochete
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário Indústrias
Data(s) do trabalho de campo	24, 25 e 26 de agosto de 2020
Data de emissão	Agosto 2020

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.

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.

A área de estudo diz respeito ao concelho de Alcochete, área ainda não classificada acusticamente.

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 , considerando as principais fontes de ruído.

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 desenhadas correspondem à escala da cartografia de base (1:25 000).

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

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:

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

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).

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;

- 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.

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

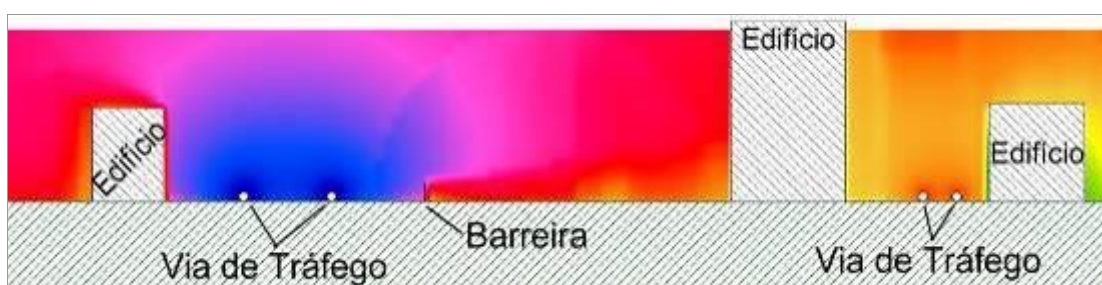


Figura 3.3 – Mapa de ruído em corte transversal às vias rodoviárias

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.

3.2. MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE ALCOCHETE

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

Na ausência de um método nacional para o cálculo de níveis de ruído de tráfego rodoviário, recorreu-se, neste estudo, ao método de cálculo recomendado pela Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (2002/49/CE) de 25 de junho.

No seu anexo II, a Diretiva recomenda que se utilize 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 e 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 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;
- 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:

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

em que,

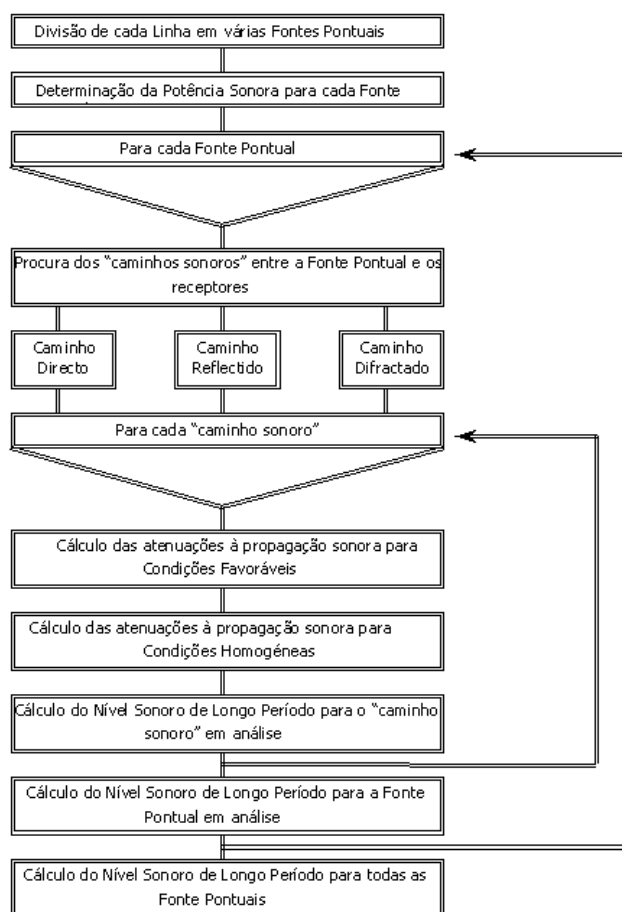
- $\oplus$ é a soma logarítmica das duas parcelas adjacentes;
- E_{VL} e E_{PL} são os níveis sonoros retirados dos ábacos acima referidos para veículos ligeiros e pesados respetivamente;
- Q_{VL} e Q_{PL} são os fluxos horários de veículos ligeiros e pesados respetivamente, representativos do período 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 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. Indústrias

A avaliação do impacto 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 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 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.

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

Situado na margem sul do Estuário do Tejo, o concelho de Alcochete integra a Área Metropolitana de Lisboa, beneficiando de um acesso privilegiado à capital através da Ponte Vasco da Gama, além dos acessos à auto-estrada do Norte, IC 32, e a ligação à A2. O concelho tem uma área de aproximadamente 129 km² e cerca de 17 500 habitantes distribuídos por três freguesias: Alcochete, Samouco e São Francisco (<https://www.cm-alcochete.pt/pages/335>).

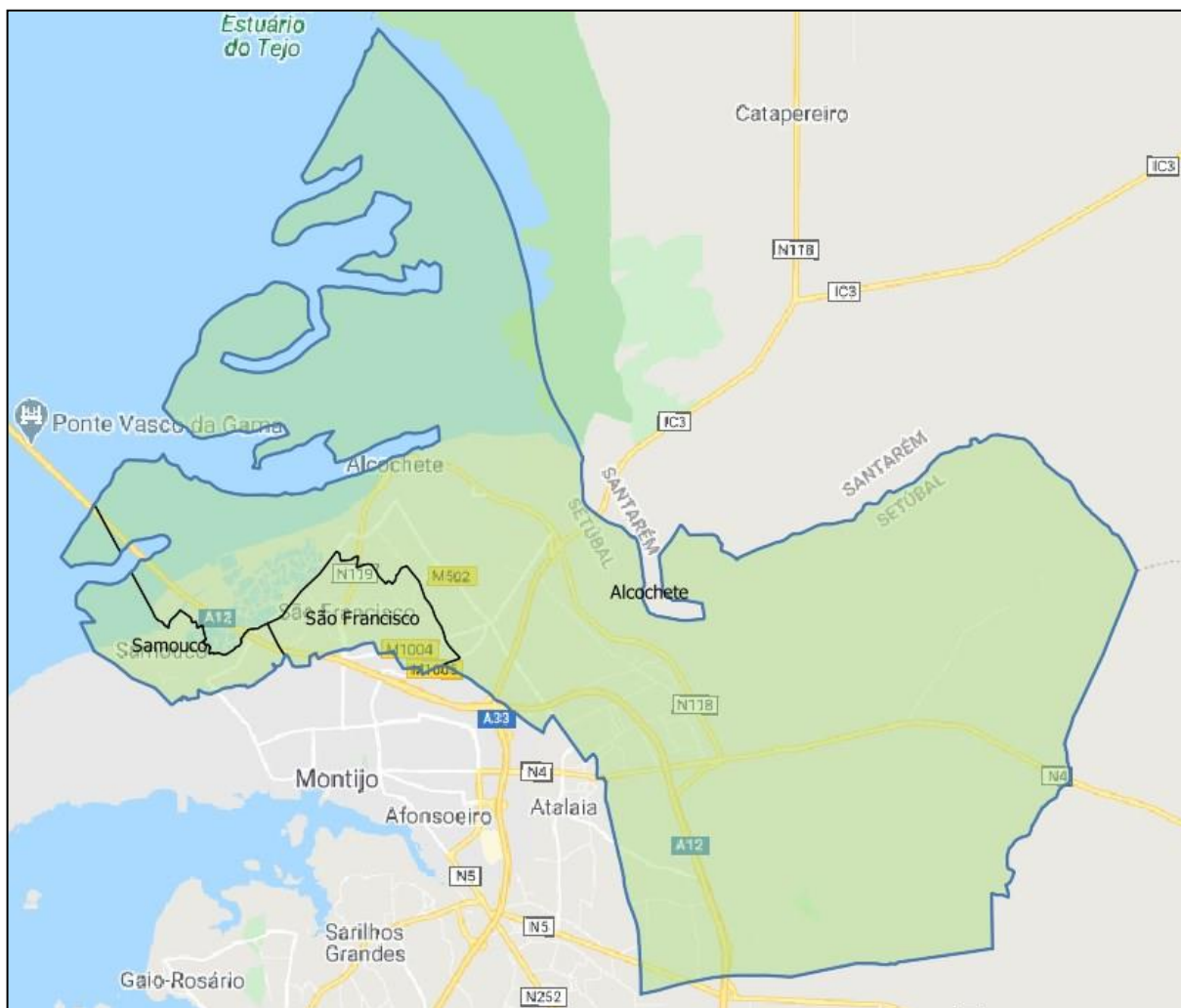


Figura 4.1 – Localização do município de Alcochete e respetivas freguesias

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 para além da área de cálculo, conforme se ilustra na Figura 4.2. Neste último 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.

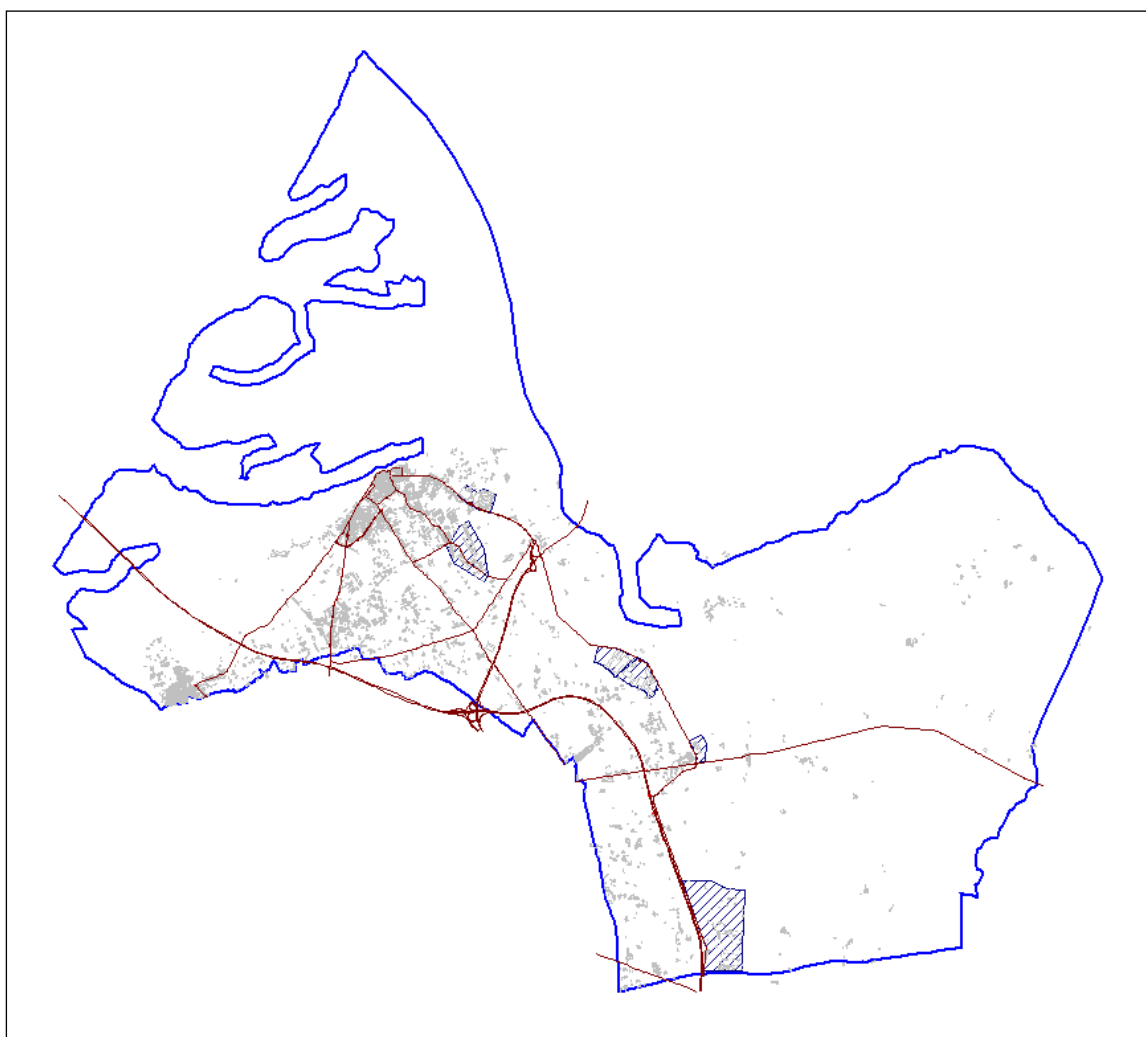


Figura 4.2 – Representação da área de estudo

4.1.3. Caracterização climática

A estação meteorológica escolhida e com dados de parâmetros relevantes para caracterizar climaticamente a zona do município de Alcochete foi a de Moinhola (22F/03C). 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 fevereiro de 2001 e abril de 2020, obteve-se valores para a temperatura do ar média diária de 15,7°C, 34% de humidade relativa média diária e 0,81 m/s para a velocidade do vento média diária (fonte: <http://www.snirh.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 foi construído recorrendo à altimetria fornecida pelo cliente (ver Figura 4.3).

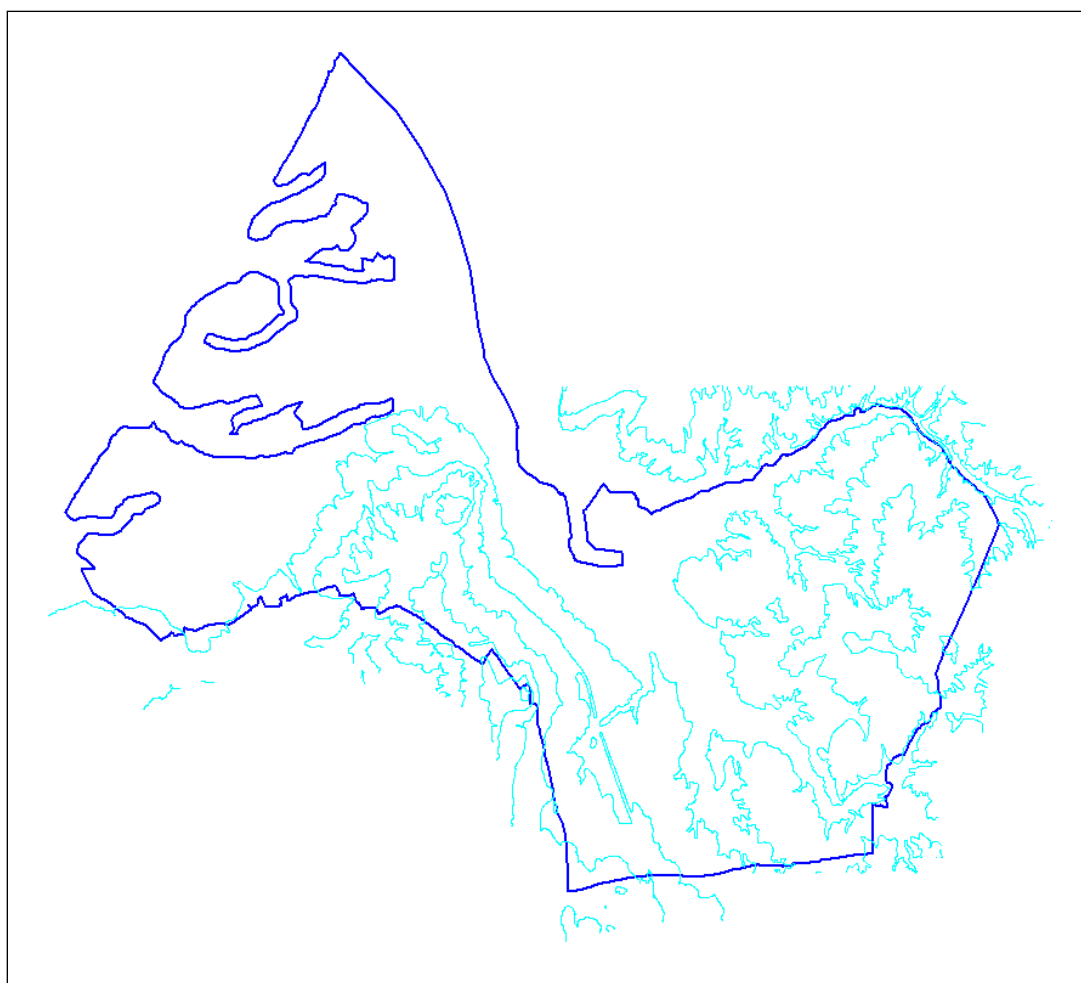


Figura 4.3 – Extrato do modelo altimétrico criado

4.1.5. Planimetria

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

- I. Edifícios
- II. Rede viária;
- III. Zonas industriais.

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

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

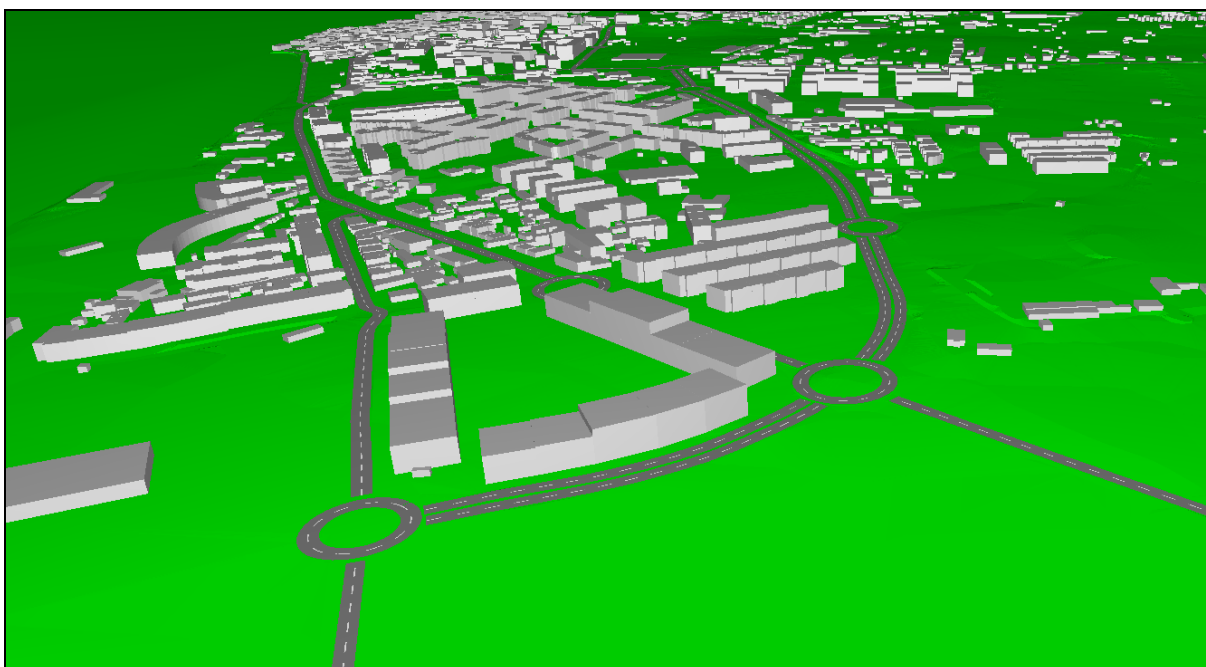


Figura 4.4 – Exemplo do modelo tridimensional criado

4.2. FONTES DE RUÍDO

Este estudo contempla como fontes de ruído os principais eixos de tráfego rodoviário 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 24 e 26 de fevereiro de 2020.

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 4.5.



Figura 4.5 - Vista tridimensional do nó do IC3

A determinação do tráfego médio horário a considerar em cada uma das vias, para os três períodos em análise (diurno, entardecer e noturno) teve como informação base o trabalho de campo realizado (contagens de tráfego e medições de ruído de curta duração), no caso das estradas (EM) e caminhos (CM) municipais. Quanto às estradas nacionais (EN), o IC3, a A12 e a Ponto Vasco da Gama, os dados de TMH são oficiais e foram fornecidos pela IP (Infraestruturas de Portugal, S.A.), em termos de TMDA, por período de referência.

No quadro que se segue encontram-se listadas todas as estradas incluídas no presente mapa de ruído e respectivas 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	
Ponte Vasco da Gama N/S	F001	2166	5,1	1038	4,1	329	6,8	120	90	Betão betuminoso
Ponte Vasco da Gama S/N	F002	2166	5,1	1038	4,1	329	6,8	120	90	Betão betuminoso
A12: Montijo - Pinhal Novo	F003	328	12,6	202	10,1	51	19,6	120	90	Betão betuminoso
EN118: Poceirão - Atalaia	F004	137	9,3	63	7,9	19	19,1	90	70	Betão betuminoso
EN118: Poceirão -	F005	68	9,3	32	7,9	10	19,1	90	70	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	
Atalaia										
EN118: Poceirão - Atalaia	F006	68	9,3	32	7,9	10	19,1	90	70	Betão betuminoso
EN118: Poceirão - Atalaia	F007	137	9,3	63	7,9	19	19,1	90	70	Betão betuminoso
EN118: Atalaia - Alcochete	F008	99	1,3	46	0,7	12	3,0	90	70	Betão betuminoso
EN118: Atalaia - Alcochete	F009	99	1,3	46	0,7	12	3,0	90	70	Betão betuminoso
EN4: Montijo - Atalaia	F010	435	17,2	244	13,5	78	30,6	50	0	Betão betuminoso
EN4: Atalaia - Pegões (IC11)	F011	522	6,7	301	5,2	85	13,3	70	50	Betão betuminoso
Rua 25 de Abril	F012	108	3,6	88	3,5	41	3,4	50	0	Betão betuminoso
IC3: Montijo norte (IP1) - Alcochete nascente	F013	901	9,1	461	6,6	143	18,5	120	90	Betão betuminoso
EN118: Alcochete Nascente-Cruzamento EN119	F014	936	25,1	429	14,8	120	16,4	90	70	Betão betuminoso
Nó Montijo - A12/A33	F015	409	7,2	243	3,8	74	9,9	40	0	Betão betuminoso
Ramos IC33	F016	451	9,1	230	6,6	71	18,5	40	0	Betão betuminoso
ER5: Montijo - Poceirão	F017	210	2,3	119	1,4	39	5,4	90	70	Betão betuminoso
Avenida 5 de Outubro (EN119)	F018a	852	25,5	371	19,5	141	44,2	50	0	Betão betuminoso
Avenida do Canto do Pinheiro (EN119)	F018b	852	25,5	371	19,5	141	44,2	50	0	Betão betuminoso
Avenida Euro 2004 (EN119)	F018c	426	25,5	186	19,5	70	44,2	50	0	Betão betuminoso
CM1004	F019	204	10,5	180	10,4	83	10,0	90	70	Betão betuminoso
CM1004	F019a	184	8,0	158	7,9	73	7,6	90	70	Betão betuminoso
EM502	F020	324	3,8	264	3,8	122	3,6	50	0	Betão betuminoso
EM502	F020a	212	10,2	186	10,1	85	9,6	50	50	Betão betuminoso
EM501	F021	108	3,6	88	3,5	41	3,4	90	70	Betão betuminoso
CM1204	F022	68	15,0	63	14,9	29	14,2	50	0	Betão betuminoso
Rua dos	F023	68	15,0	63	14,9	29	14,2	50	0	Betão

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	
Alecrins										betuminoso
Rua dos Rosmaninhos	F024	60	11,8	54	11,7	25	11,1	50	0	Betão betuminoso
Rua do Láparo	F025	72	5,3	60	5,2	28	5,0	50	0	Betão betuminoso
Rua Carlos Manuel Francisco Rodrigues	F026	300	3,8	246	3,8	113	3,6	50	0	Betão betuminoso
Avenida da Revolução	F027	224	5,1	186	5,0	86	4,8	50	0	Betão betuminoso
Avenida da Restauração	F028	372	1,6	298	1,6	138	1,5	50	0	Betão betuminoso
Avenida dos Barris	F029	222	3,9	182	3,9	84	3,7	50	0	Betão betuminoso
Avenida do Brasil	F030	52	0,0	41	0,0	19	0,0	50	0	Betão betuminoso
Avenida do Brasil	F030a	98	0,0	77	0,0	36	0,0	50	0	Betão betuminoso
Rua Dr. Manuel da Cruz Júnior	F031	268	5,6	224	5,6	103	5,3	50	0	Betão betuminoso
Avenida D. João II	F032	160	4,8	132	4,7	61	4,5	50	0	Betão betuminoso
Avenida D. Manuel I	F033	160	4,8	132	4,7	61	4,5	50	0	Betão betuminoso
EN119	F034	308	2,5	249	2,5	115	2,4	50	0	Betão betuminoso
Largo Marquês de Soydos	F035	160	4,8	132	4,7	61	4,5	30	0	Betão betuminoso
Largo Barão Samora Correia	F036	160	4,8	132	4,7	61	4,5	30	0	Betão betuminoso
Avenida D. Manuel I	F037	160	4,8	132	4,7	61	4,5	30	0	Betão betuminoso
Largo da Misericórdia	F038	156	0,0	123	0,0	57	0,0	30	0	Betão betuminoso
Rua do Norte	F039	156	0,0	123	0,0	57	0,0	30	0	Paralelos
Avenida dos Combatentes da Grande Guerra	F040	164	0,0	129	0,0	60	0,0	30	0	Paralelos
Largo da Feira	F041	86	0,0	68	0,0	31	0,0	50	0	Betão betuminoso
Rua Padre Cruz	F042	8	0,0	6	0,0	3	0,0	30	0	Paralelos
Largo Almirante Gago Coutinho	F043	8	0,0	6	0,0	3	0,0	30	0	Paralelos
Rotunda 1	F044	154	2,5	125	2,5	58	2,4	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 2	F045	134	5,6	112	5,6	52	5,3	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 3	F046	94	5,0	78	5,0	36	4,8	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 4	F047	106	1,8	85	1,8	39	1,7	40	0	Betão

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	
										betuminoso
Rotunda 5	F048	267	1,4	214	1,5	99	1,4	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 6	F049	320	2,7	259	2,7	120	2,6	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 7	F050	444	3,9	364	3,9	198	3,7	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 8	F051	396	3,3	322	3,3	149	3,2	50	0	Betão betuminoso
Rotunda 9	F052	80	4,8	66	4,7	31	4,5	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 10	F053	112	5,1	93	5,0	43	4,8	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 11	F054	532	25,3	232	19,5	88	44,2	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 12	F055	852	25,3	371	19,5	141	44,2	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 13	F056	947	16,2	467	11,7	163	28,1	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 14	F057	298	10,4	164	8,3	49	20,2	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 15	F058	50	10,5	44	10,6	20	10,1	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 16	F059	154	2,5	124	2,5	57	2,4	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 17	F060	231	7,6	197	7,6	91	7,3	40	0	Betão betuminoso
Rotunda 18	F061	49	1,3	23	0,7	6	3,0	40	0	Betão betuminoso

4.2.2. Indústrias

Existe um número reduzido de unidades do tipo industrial no concelho de Alcochete. Os perímetros industriais inseridos no modelo foram fornecidos pelo cliente e correspondem aos seguintes tipos de indústria/comércio:

- Parques empresariais;
- Comércio;
- Indústrias.

Estas 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 indústrias modeladas.

Quadro 4-2 – Tipologia de fontes industriais consideradas como fontes em área e respetiva potência sonora e período de funcionamento aplicados

Indústria	Potência sonora	Período de laboração (h)		
	dB(A)/m ²	Diurno	Entardecer	Noturno
Localização Empresarial do Batel	60	8	0	0
Localização Empresarial do PP do <u>Passil</u> Norte	60	8	0	0
Localização Empresarial do <u>Passil Park</u>	60	8	0	0
Fábrica de Explosivos <u>Maxam</u>	60	8	0	0
Fábrica <u>Crown</u> Cork & <u>Seal</u> e Freeport	60	13	3	0
Localização Empresarial do PP de Expansão da Área de Indústria, Comércio e Serviços do <u>Passil</u>	60	8	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 Diretiva 2002/49/CE, a 4 m de altura do solo. Foi utilizado o valor de 1 reflexão para cada raio sonoro e de 1000 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 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.

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 nas campanhas de medição

Tipo	Características			Rastreabilidade		
	Marca	Modelo	Nº Série	Entidade Calibradora	N.º Certificado	Data de calibração
Sonómetro	01dB	Symphonie	5472	ISQ	245.70 / 19.384277	16-01-2019
Calibrador	Rion	NC-74	34883969			

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, para efeitos de validação do modelo. Foi instalado junto à EN119 (localização geográfica: 38°44'14.82"N, 8°58'15.45"W) no dia 24 de agosto e recolhido após cerca de 48h, no dia 26 de agosto de 2020.

No Quadro 4-4, que se segue, encontra-se identificado o ponto de validação (PV). 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 - medição de longa duração	Coordenadas no modelo		
	x (m)	y (m)	z (m)
PV	-72850,25	-103003	14,8

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

Na Figura 4.6 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 4.6 – Visualização do PV

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

Ponto receptor	Indicador calculado		Indicador medido		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	
PV	64,6	57,2	64,4	56,8	0,2	0,4	≤ 2 dB(A)

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, considera-se o modelo apresentado para a elaboração do MR do concelho de Alcochete como validado, dado verificar-se o cumprimento da condição estipulada nas diretrizes emitidas pela APA para a elaboração deste tipo de mapas:

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

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi desenvolvido um modelo computacional, utilizando o programa CadnaA, para calcular os mapas de ruído para o concelho de Alcochete. 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, e a Norma 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 Alcochete 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).

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 Alcochete 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 Ponte Vasco da Gama, A12 e o IC33. Uma vez que o concelho de Alcochete é bastante plano, as manchas no mapa de ruído estendem-se bastante para além das estradas pois os únicos obstáculos ao ruído são os edifícios. No entanto, não havendo habitações na envolvente próxima das grandes vias, os níveis de ruído registados nos recetores sensíveis não são elevados.

Nos arruamentos urbanos considerados neste estudo é notório o ruído gerado pelo tráfego rodoviário, nomeadamente no centro de Alcochete. Nesta zona, devido às características do piso (paralelos de granito) e a uma maior aglomeração urbana, resulta um maior número de recetores sensíveis possivelmente expostos, particularmente a primeira frente de habitações junto às vias, onde os níveis chegam a ultrapassar os níveis regulamentares definidos para Zonas Mistas (65 dB(A) no L_{den} e 55 dB(A) no L_n).

As zonas industriais incluídas no modelo contribuem pouco para os níveis de ruído do concelho devido a se localizarem em zonas isoladas, mais afastadas de habitações e outros recetores sensíveis, fazendo com que os níveis de ruído não sejam expressivos.

O MR do Concelho de Alcochete 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 local e não concelhia.

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

Elaborado por:

Madalena Vaz de Miranda

A handwritten signature in blue ink that reads 'Madalena Vaz de Miranda'.

Técnica Superior

Verificado e aprovado por:

Luís Conde Santos

A handwritten signature in black ink that reads 'Luís Conde Santos'.

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 - Prévission 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.

ANEXOS

ANEXO I – Identificação das fontes de ruído modeladas (1:25 000)

ANEXO II – Mapas de Ruído do Concelho de Alcochete L_{den} e L_n (1:25 000)