

Mapa de Ruído Previsional do Município de Tábua

Descrição do Modelo e Resultados

Versão Final

Referência do Relatório: 0781.1/23DBW_MRPC0866/23

Data do Relatório: Outubro 2023

Nº. Total de Páginas (excluindo anexos): 24

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 MUNICÍPIO DE TÁBUA	8
3.3. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS	8
3.3.1. Tráfego rodoviário	8
3.3.2. Tráfego ferroviário	11
3.3.3. 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	16
4.1.4. Altimetria	17
4.1.5. Planimetria	18
4.2. FONTES DE RUÍDO	19
4.2.1. Tráfego rodoviário	19
4.2.2. Indústrias	21
4.3. CONFIGURAÇÃO DE CÁLCULO	22
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

- **ANEXO I** – Mapas de Ruído do Município de Tábua L_{den} e L_n – Situação Futura (1:10 000) – formato A1
- **ANEXO III** – Mapas de Conflito do Município de Tábua L_{den} e L_n – Situação Futura (1:10 000) – formato A1

Mapa de Ruído Previsional do Município de Tábua

Descrição do Modelo e Resultados

Ficha Técnica

Designação do projeto	Mapa de Ruído Previsional do Município de Tábua
Cliente	Município de Tábua
Morada	Praça da República 3420-308 Tábua
Localização do projeto	Tábua
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário Indústrias
Data(s) do trabalho de campo	Não aplicável
Data de emissão	Outubro 2023

Equipa Técnica

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Electrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Diretor Técnico.
- Jorge Preto, Eng. do Território (IST), Pós-Graduação em SIG – Técnico 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.

No âmbito da revisão do Plano Diretor Municipal (PDM) foi elaborado em Junho de 2023 o Mapa de Ruído da Situação Atual do Município de Tábua. Tendo em conta esse mapa e a proposta de ordenamento elaborada pelo município pretende-se agora desenvolver um mapa de ruído prospetivo para o município de Tábua

O Mapa de Ruído Previsional do Município de Tábua tem como objetivos, de carácter genérico e aplicáveis a este tipo de estudo acústico, os que se seguem:

- Produzir um cenário acústico de acordo com os projetos e planos a implementar, previstos no Plano Diretor Municipal (PDM) do município;
- Avaliar, juntamente com a situação existente, o impacto acústico dos planos e projectos a implementar.

Nesse intuito, alterou-se o modelo acústico tridimensional do mapa de ruído da situação existente, de acordo com informação enviada pelo cliente. Foi utilizada a escala 1:10000. No final do estudo serão apresentados

- Mapas de ruído para os indicadores L_{den} e L_n , considerando as principais fontes de ruído.
- Mapas de conflito acústico para os indicadores L_{den} e L_n tendo em conta o zonamento acústico do município de Tábua.

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 inicialmente publicadas as referidas diretrizes em Março de 2007 e recentemente atualizadas em Agosto de 2022, 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 que foi entretanto substituído pela Diretiva Europeia 2015/996 ;
- 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);
- No que se refere às escalas de trabalho, devem ser iguais ou superiores a:
 - 1:10 000 para mapas municipais de ruído para articulação com os PDM e para MER de aglomerações e de GIT;
 - 1:5 000 ou outras superiores que a regulamentação própria sobre cartografia venha a definir, para mapas de ruído para articulação com PU/PP.
- 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 e todas as rodovias que confluem com estes eixos;
 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 indústrias abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e/ou de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição
 5. 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;
- Deve utilizar-se uma malha máxima de 10x10 metros para todos os MER, bem como para os mapas municipais de ruído para articulação com o PDM. No caso de mapas de ruído para articulação com PU/PP, dado o seu maior rigor, deve ser adotada uma malha de cálculo que no máximo deve ser de 5x5 metros, podendo ser adotadas malhas mais apertadas.

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

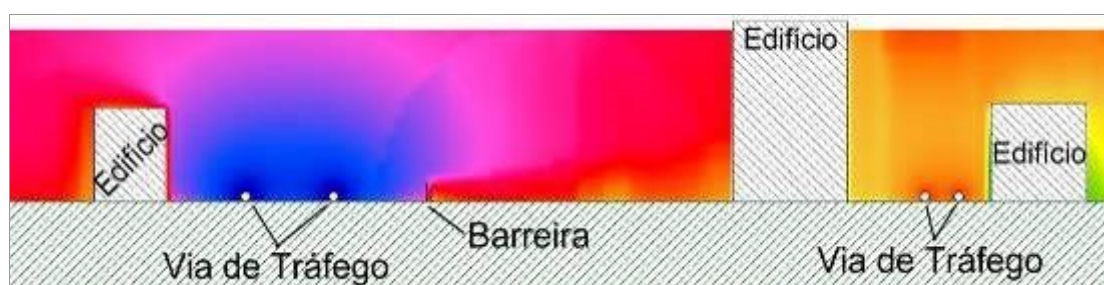


Figura 3.3 – Mapa de ruído em corte transversal às vias rodoviárias

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 MUNICÍPIO DE TÁBUA

O trabalho apresentado neste relatório consistiu na caracterização acústica da situação existente do município de Tábua. 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. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS

3.3.1. Tráfego rodoviário

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

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

De acordo com 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 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_i 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.

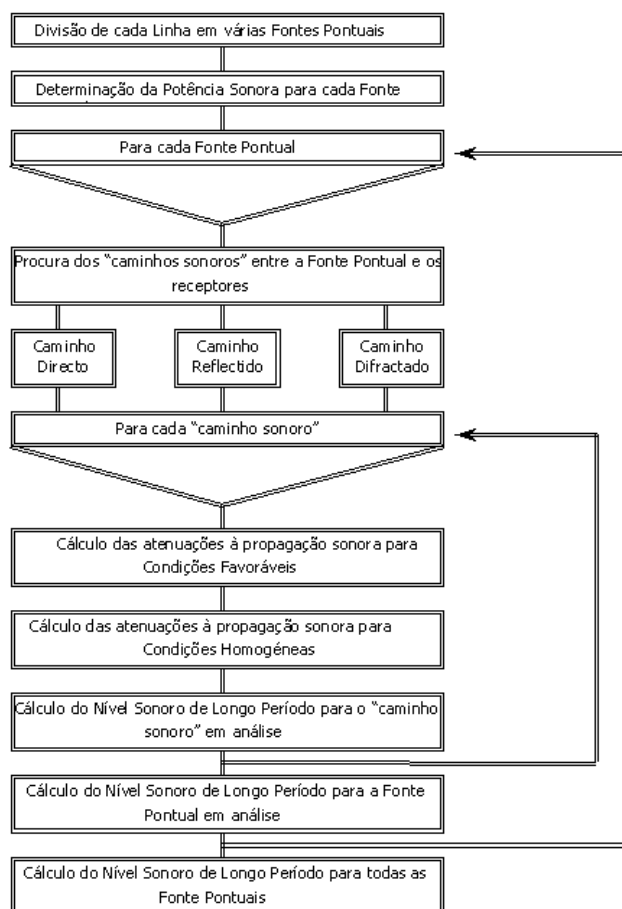


Figura 3.4 – Fluxograma do método NMPB-1996

3.3.2. Tráfego ferroviário

No que diz respeito à modelação de tráfego ferroviário foi adotado o método alemão “Schall 03” que verifica 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;
- Correção 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).

A norma alemã “Schall 03” considera ainda 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;

- 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 recetor 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 recetor 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 diretividade da fonte ferroviária;
- C_{inc} a correção 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 recetor, dB.

3.3.3. Indústrias

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

A determinação da potência sonora pode basear-se na Norma ISO 8297:1994(E), com uma metodologia 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. Alternativamente, também pode ser calculada com recurso a métodos simplificados, tendo em conta o tipo de unidade ou parque industrial em questão, como indicado 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 NP 4361-2 (2001) / ISO 9613. 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 correção de diretividade, dB;
- A é o termo de atenuação do nível de potência sonora que ocorre durante a propagação do som desde a fonte emissora até ao recetor, dB.

em que,

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

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

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO MODELO

4.1.1. Identificação da área de estudo

O município de Tábua encontra-se inserido no distrito de Coimbra e conta com 11 freguesias, totalizando 200 km² e tendo cerca de 11160 habitantes (Censos 2011). Apresenta como principais fontes de ruído o IC6, EN17, EN337, EN234-6 e várias indústrias / zonas industriais dispersas no concelho (ver figura abaixo).

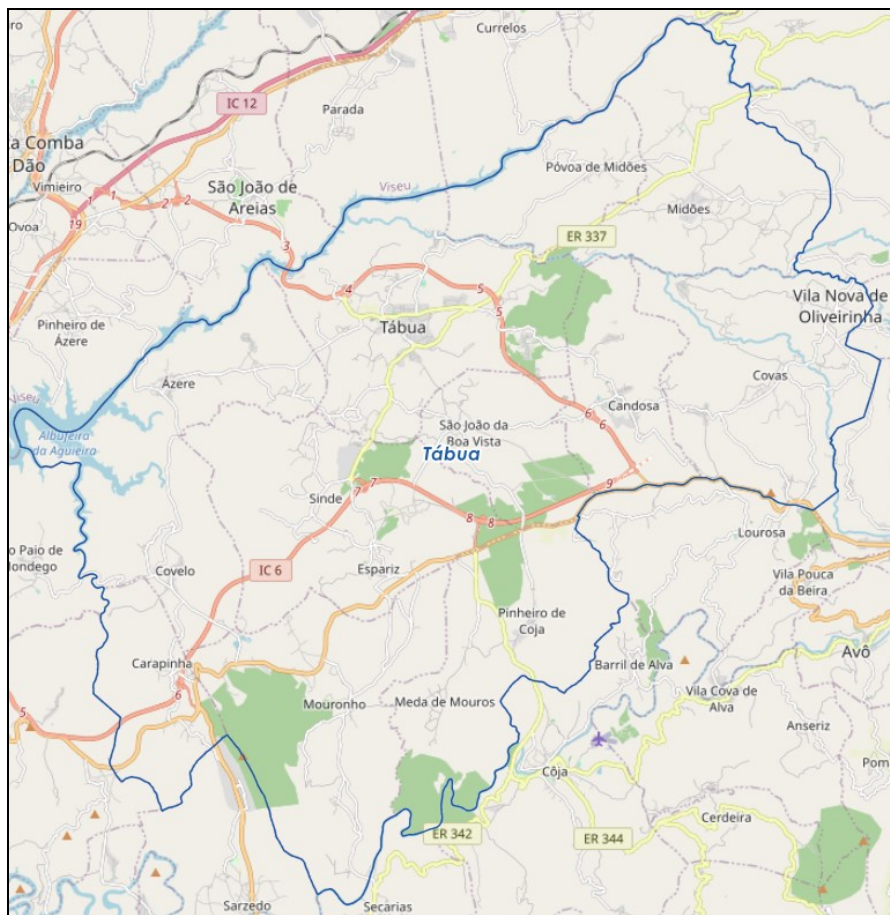


Figura 4.1 – Localização do município de Tábua

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 das características de ocupação do solo no limite da área do mapa. A figura seguinte representa a área de estudo.

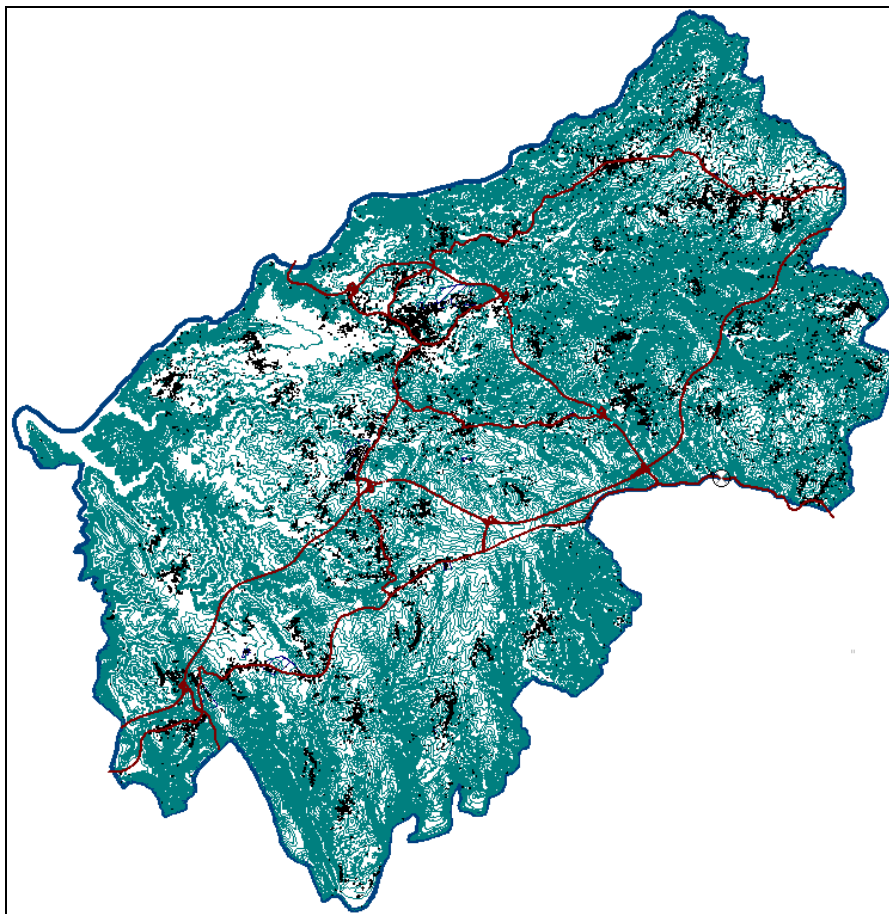


Figura 4.2 – Representação da área de estudo

4.1.3. Caracterização climática

A estação meteorológica escolhida e com dados de parâmetros relevantes para caracterizar climaticamente a zona do município de Tábua foi a Estação de Oliveira do Hospital (11J/02C). 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 compreendido entre Outubro de 1986 e Outubro de 2010 foi possível obter valores para todos os parâmetros acima referidos, sendo que a velocidade do vento média diária foi de 1 m/s, a temperatura diária média foi de 15°C e a humidade relativa diária média foi de 76%.

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. 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 seguinte).

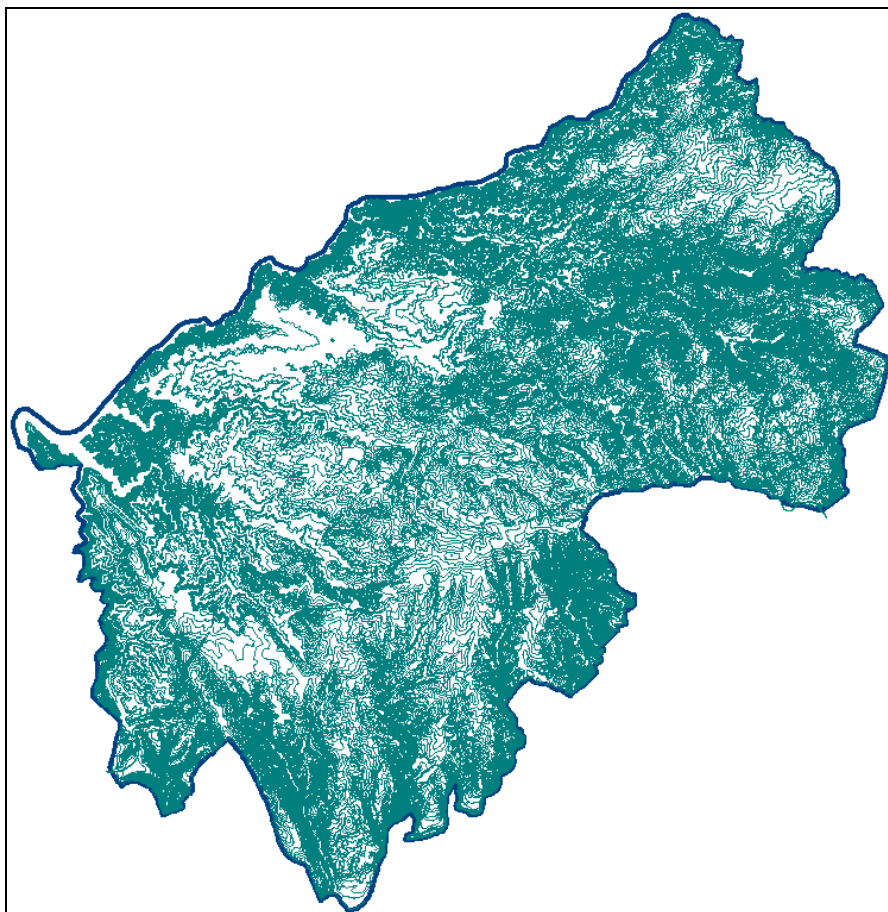


Figura 4.3 – Extrato do modelo altimétrico criado

4.1.5. Planimetria

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

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

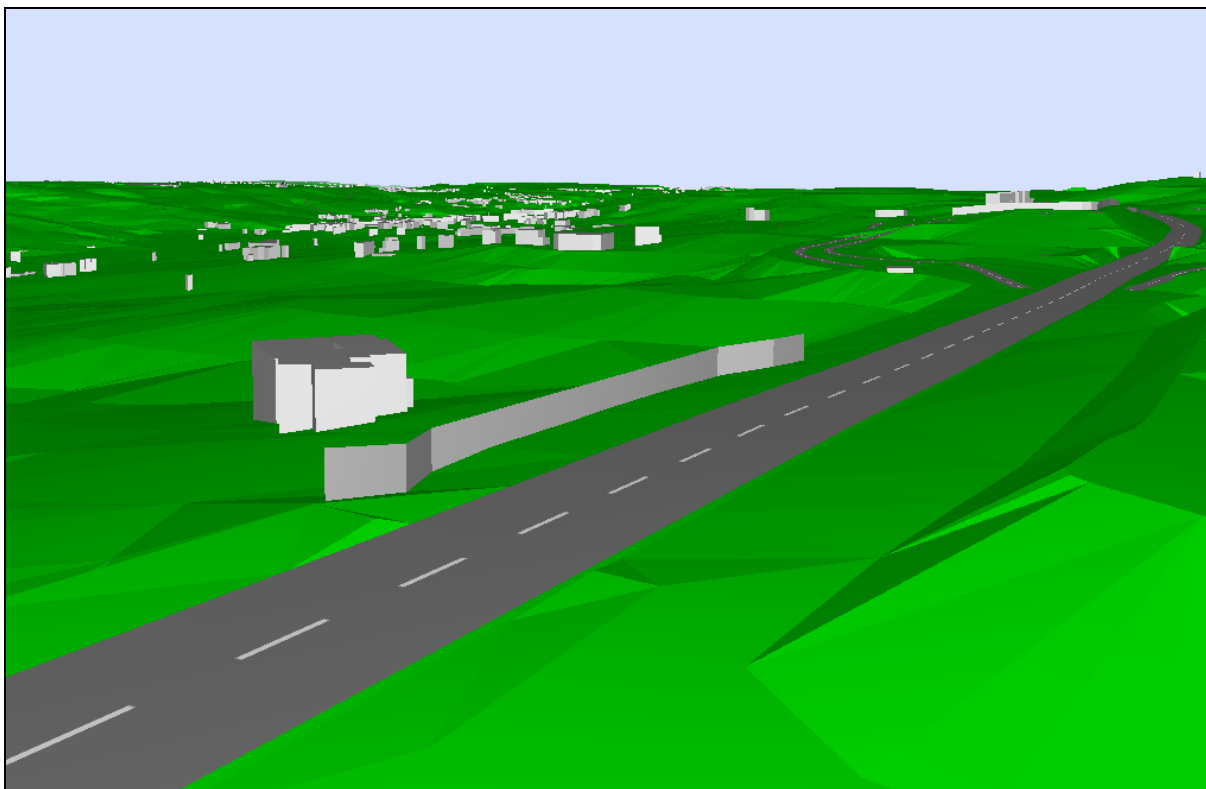


Figura 4.4 – Vista 3D perto da localidade de Candosa junto à EN234-6

4.2. FONTES DE RUÍDO

Este estudo contempla como fontes de ruído os principais eixos de tráfego rodoviário e as indústrias/zonas industriais existentes e previstas na área em estudo e na sua envolvente próxima. As fontes de ruído foram modeladas de acordo com a sua geometria real, de forma a reproduzir no modelo a realidade acústica existente e o cenário acústico descrito na proposta de ordenamento.

4.2.1. Tráfego rodoviário

A localização desta informação foi obtida através de elementos planimétricos fornecidos pelo cliente.

As cotas das estradas foram obtidas através da modelação do terreno gerado pelas curvas de nível e, pelas linhas de relevo 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.

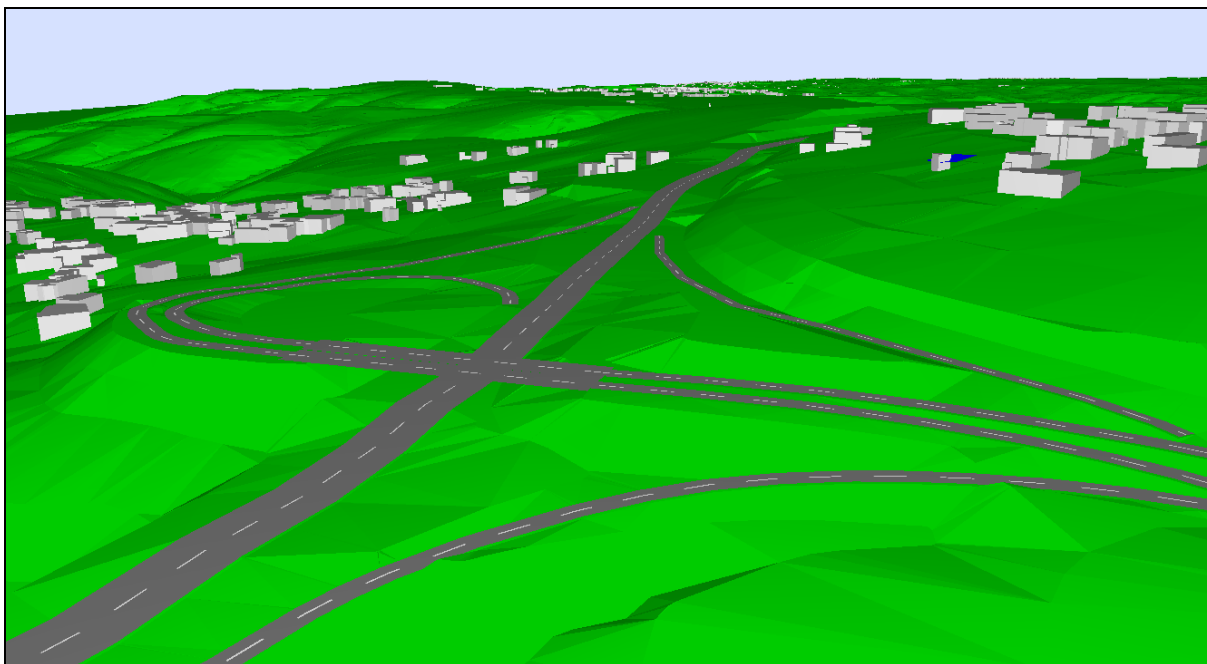


Figura 4.5 – Vista 3D do Nó de Carapinha no IC6

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:

- Mapa de Ruído da Situação Atual do Município de Tábua elaborado em 2023

No quadro que se segue encontram-se listadas todas as estradas incluídas no presente mapa de ruído e respetivas características relevantes do ponto de vista acústico. De notar que, de acordo com a proposta de ordenamento, apenas se prevê a extensão do atual IC6 em direção ao município de Oliveira do Hospital. As restantes vias são vias existentes anteriormente contempladas no mapa de ruído atual.

Quadro 4.1 – Características das vias rodoviárias para os períodos diurno, entardecer e noturno

Rodovia	ID	TMH (veículos/h)			Percentagem de Pesados			Velocidade máxima (km/h)		Camada de desgaste
		Diurno	Entardecer	Nocturno	Diurno	Entardecer	Nocturno	Ligeiros	Pesados	
EM501	F001	85	68	41	3,6	2,2	0,8	90	70	BBR
EM502	F002	108	91	55	2,8	2,1	0,8	90	70	BBR
EM528	F003	102	74	47	5,1	4,2	2,0	90	70	BBR
EN17 Avelar (EN342-4) - Espariz	F004	176	96	37	7,7	4,5	12,2	90	70	BBR
EN17 Espariz - EN17 x EN337	F005	186	104	38	3,1	1,6	5,0	70	70	BBR
EN17 Sanguinheda (EN17) - Avelar (EN342-4)	F006	86	47	18	7,6	4,3	11,9	90	70	BBR
EN234-6 São João de Areias - Tábua	F007	156	67	23	10,1	5,9	13,5	90	70	BBR
EN234-6 Tábua - Tábua Nascente	F008	129	56	19	6,9	3,6	9,3	90	70	BBR
EN234-6 Tábua Nascente - Barras	F009	121	53	18	6,8	3,8	9,2	90	70	BBR
EN337 - IC6 x EN337 - EN17 x EN337	F010	116	51	17	7,3	3,9	10,3	50	50	BBR
EN337 (Tábua - IC6 x EN337)	F011	127	56	18	6,1	3,6	8,2	50	50	BBR
EN337 Estrada da Lameira	F012	128	95	66	2,8	2,9	1,8	50	50	BBR
EN342-4 Sarzedo - Avelar (EN342-4)	F013	265	87	26	3,1	2,7	5,8	90	70	BBR
IC6 Carapinha - Sinde	F014	125	56	9	10,0	6,6	13,5	100	90	BBR
IC6 Catraia dos Poços - Carapinha	F015	342	155	24	5,8	3,9	8,1	100	90	BBR
IC6 Sargudo - IC6 x EN337	F016	123	56	8	6,4	4,2	8,5	100	90	BBR
IC6 Sinde - Sargudo	F017	152	68	10	8,0	5,4	11,1	100	90	BBR
Ligação Nó IC6/EN337 - EN17 - 1	F018	31	14	2	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
Ligação Nó IC6/EN337 - EN17 - 2	F019	31	14	2	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
Ligação Rotunda Nó IC6/EN337 - 1	F020	31	14	2	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
Ligação Rotunda Nó IC6/EN337 - 2	F021	31	14	2	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
Nó de Barras (EN234-6) - Ramo A	F022	30	13	4	6,8	3,8	9,2	40	40	BBR
Nó de Barras (EN234-6) - Ramo B	F023	30	13	4	6,8	3,8	9,2	40	40	BBR
Nó de Barras (EN234-6) - Ramo C	F024	30	13	4	6,8	3,8	9,2	40	40	BBR
Nó de Barras (EN234-6) - Ramo D	F025	30	13	4	6,8	3,8	9,2	40	40	BBR
Nó de Carapinha (IC6) - Ramo A	F026	86	39	6	5,8	3,9	8,1	40	40	BBR
Nó de Carapinha (IC6) - Ramo A+B	F027	171	78	12	5,8	3,9	8,1	40	40	BBR
Nó de Carapinha (IC6) - Ramo B	F028	86	39	6	5,8	3,9	8,1	40	40	BBR
Nó de Carapinha (IC6) - Ramo C	F029	86	39	6	5,8	3,9	8,1	40	40	BBR
Nó de Carapinha (IC6) - Ramo C+D	F030	171	78	12	5,8	3,9	8,1	40	40	BBR
Nó de Carapinha (IC6) - Ramo D	F031	86	39	6	5,8	3,9	8,1	40	40	BBR
Nó de Sargudo (IC6) - Ramo A	F032	38	17	2	8,0	5,4	11,1	40	40	BBR
Nó de Sargudo (IC6) - Ramo A+B	F033	76	34	5	8,0	5,4	11,1	40	40	BBR
Nó de Sargudo (IC6) - Ramo B	F034	38	17	2	8,0	5,4	11,1	40	40	BBR
Nó de Sargudo (IC6) - Ramo C	F035	38	17	2	8,0	5,4	11,1	40	40	BBR
Nó de Sargudo (IC6) - Ramo C+D	F036	76	34	5	8,0	5,4	11,1	40	40	BBR
Nó de Sargudo (IC6) - Ramo D	F037	38	17	2	8,0	5,4	11,1	40	40	BBR
Nó de Sinde (IC6) - Ramo A	F038	31	14	2	10,0	6,6	13,5	40	40	BBR
Nó de Sinde (IC6) - Ramo A+B	F039	62	28	4	10,0	6,6	13,5	40	40	BBR
Nó de Sinde (IC6) - Ramo B	F040	31	14	2	10,0	6,6	13,5	40	40	BBR
Nó de Sinde (IC6) - Ramo C	F041	31	14	2	10,0	6,6	13,5	40	40	BBR
Nó de Sinde (IC6) - Ramo C+D	F042	62	28	4	10,0	6,6	13,5	40	40	BBR
Nó de Sinde (IC6) - Ramo D	F043	31	14	2	10,0	6,6	13,5	40	40	BBR
Nó de Tábua (EN234-6) - Ramo A	F044	39	17	6	10,1	5,9	13,5	40	40	BBR
Nó de Tábua (EN234-6) - Ramo A+B	F045	78	34	12	10,1	5,9	13,5	40	40	BBR
Nó de Tábua (EN234-6) - Ramo B	F046	39	17	6	10,1	5,9	13,5	40	40	BBR
Nó de Tábua (EN234-6) - Ramo C	F047	39	17	6	10,1	5,9	13,5	40	40	BBR
Nó de Tábua (EN234-6) - Ramo D	F048	39	17	6	10,1	5,9	13,5	40	40	BBR
Nó de Tábua Nascente (EN234-6) - Ramo A	F049	32	14	5	6,9	3,6	9,3	40	40	BBR
Nó de Tábua Nascente (EN234-6) - Ramo B	F050	32	14	5	6,9	3,6	9,3	40	40	BBR
Nó de Tábua Nascente (EN234-6) - Ramo C	F051	32	14	5	6,9	3,6	9,3	40	40	BBR
Nó de Tábua Nascente (EN234-6) - Ramo D	F052	32	14	5	6,9	3,6	9,3	40	40	BBR
Nó IC6/EN337 - Ramo A	F053	62	28	4	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
Nó IC6/EN337 - Ramo B	F054	62	28	4	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
R. Dr. Fortunato Vieira das Neves / R. Dr. Francisco Beirão	F055	125	94	59	2,8	2,7	1,8	50	50	BBR
Rotunda EM501 - 1	F056	43	34	21	3,6	2,2	0,8	40	40	BBR
Rotunda EM501 - 2	F057	43	34	21	3,6	2,2	0,8	40	40	BBR
Rotunda EM501/EM502	F058	48	40	24	3,2	2,1	0,8	40	40	BBR
Rotunda EM502	F059	54	46	28	2,8	2,1	0,8	40	40	BBR
Rotunda EN17 - 1	F060	303	135	32	5,6	3,8	9,3	40	40	BBR
Rotunda EN17 - 2	F061	124	66	21	3,9	2,2	5,3	40	40	BBR
Rotunda EN17 - 3	F062	169	86	24	5,3	3,1	6,2	40	40	BBR
Rotunda EN337 (Tábua - IC6 x EN337)	F063	64	28	9	6,1	3,6	8,2	40	40	BBR
Rotunda EN337 Estrada da Lameira	F064	64	48	33	2,8	2,9	1,8	40	40	BBR
Rotunda ER337/Nó de Sinde(IC6)	F065	123	54	13	8,4	5,2	10,6	40	40	BBR
Rotunda Nó IC6/EN337 - 1	F066	92	41	8	6,5	4,1	8,9	40	40	BBR
Rotunda Nó IC6/EN337 - 2	F067	92	42	6	6,4	4,2	8,5	40	40	BBR
Rotunda Rua José dos Santos Gonçalves/Nó de Tábua	F068	90	49	25	7,6	4,4	5,5	40	40	BBR
Rotunda Rua José dos Santos Gonçalves/R. Dr. Francisco Beirão	F069	84	65	41	3,0	2,6	1,3	40	40	BBR
Rua José dos Santos Gonçalves	F070	124	96	65	2,9	2,8	1,2	50	50	BBR
Rotunda Rua José dos Santos Gonçalves	F071	62	48	33	2,9	2,8	1,2	40	40	BBR
IC6 - EN337 x Oliveira do Hospital	F072	123	56	8	6,4	4,2	8,5	100	90	BBR

BBR – Betão Betuminoso Rugoso

4.2.2. Indústrias

A proposta de ordenamento prevê a existência de novas áreas industriais, sendo que algumas integram áreas já existentes. Os perímetros industriais inseridos no modelo foram fornecidos pelo cliente e correspondem a vários tipos de indústria/comércio.

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	ID	Potência sonora	Período de laboração (h)		
		dB(A)/m^2	Diurno	Entardecer	Noturno
Área Industrial 01	AI01	55	8	0	0
Área Industrial 02	AI02	55	8	0	0
Área Industrial 03	AI03	55	8	0	0
Área Industrial 04	AI04	55	8	0	0
Área Industrial 18	AI18	55	8	0	0
Área Industrial 19	AI19	55	8	0	0
Área Industrial 20	AI20	55	8	0	0
Área Industrial 22	AI22	55	8	0	0
Área Industrial 24	AI24	55	8	0	0
Área Industrial 25	AI25	55	8	0	0
Área Industrial 26	AI26	55	8	0	0
Área Industrial 28	AI28	55	8	0	0
Área Industrial 29	AI29	55	8	0	0
Área Industrial 32	AI32	55	8	0	0
Área Industrial 33	AI33	55	8	0	0
Área Industrial 34	AI34	55	8	0	0
Área Industrial 35	AI35	55	8	0	0
Área Industrial 36	AI36	55	8	0	0
Área Industrial 37	AI37	55	8	0	0
Área Industrial 38	AI38	55	8	0	0
Área Industrial 39	AI39	55	8	0	0
Área Industrial 40	AI40	55	8	0	0
Área Industrial 41	AI41	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 01	AIP01	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 02	AIP02	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 03	AIP03	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 04	AIP04	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 05	AIP05	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 06	AIP06	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 07	AIP07	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 08	AIP08	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 09	AIP09	55	8	0	0

Indústria	ID	Potência sonora	Período de laboração (h)		
		dB(A)/m^2	Diurno	Entardecer	Noturno
Área Industrial Proposta 10	AIP10	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 11	AIP11	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 12	AIP12	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 13	AIP13	55	8	0	0
Área Industrial Proposta 14	AIP14	55	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 2000 metros 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 recentemente atualizadas em Agosto de 2022.

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.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi desenvolvido um modelo computacional, utilizando o programa CadnaA, para calcular os mapas de ruído para o concelho de Tábua. 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 método de cálculo NMPB 96 baseado na norma francesa XP S 31-133 e a norma ISO 9613.

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 Município de Tábua para a situação futura podem ser visualizados, para a totalidade da área do município, nos Anexos I.1 (indicador L_{den}) e I.2 (indicador L_n). Os Mapas de Conflito do Município de Tábua para a situação futura podem ser visualizados, para a totalidade da área do município, nos Anexos III.1 (indicador L_{den}) e III.2 (indicador L_n).

A análise dos Mapas de Ruído e de Conflito produzidos mostra que os níveis sonoros previstos para o Município de Tábua são pouco elevados em boa parte do concelho. O PDM do Município de Tábua não contempla nenhuma variação significativa dos volumes de tráfego das vias existentes. Assim, à semelhança do que foi observado para a situação atual, a extensão do conflito acústico nas áreas classificadas acusticamente encontra-se geralmente confinado à envolvente das principais rodovias que as atravessam (EN17, EM501, EM502, EM528, Estrada da Lameira) afetando habitualmente a primeira frente de habitações. Por outro lado, a extensão prevista do atual IC6 não configura nenhuma situação de conflito acústico relevante uma vez que não afeta qualquer habitação ou recetor sensível. Para tal contribui o facto do traçado previsto para essa via não se desenvolver geralmente na proximidade de habitações.

Em relação às fontes industriais propostas, apesar de algumas se localizarem próximas de aglomerados urbanos, estas não constituem, no geral, situações críticas até porque não se prevê que apresentem funcionamento no período noturno.

Em resumo, de acordo com os mapas de ruído e de conflito das situações atual e futura, a proposta de ordenamento não configura nenhum aumento expressivo da extensão do conflito acústico.

Elaborado por:

Jorge Preto



Técnico Superior

Verificado e aprovado por:

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 - 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 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação.
7. NP ISO 1996-2 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora.
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. Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído, APA, Agosto 2022.
11. Projeto-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 – Mapas de Ruído do Município de Tábua
 L_{den} e L_n - Situação Futura (1:10000)

ANEXO III – Mapas de Conflito do Município de
Tábua L_{den} e L_n - Situação Futura (1:10000)