

# Estudo Acústico para Loteamento na Quinta das Damas, na Ajuda

Relatório do Estudo

Referência do Relatório: 0224.1\_22DBW\_MRPC595\_22\_rev2

Data do Relatório: Maio 2023

Nº. Total de Páginas (excluindo anexos): 26

---

**DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.**

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício E – Taguspark, 2740-120 Porto Salvo | Tel: +351 2142289

PORTO (sede): Rua do Mirante 258, 4415-491 Grijó | Tel: +351 2274719

C.R.C. V. N. de Gaia - Cap. Social 187,0 Eur - Cont. n.º 513205993

---

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CONTEXTO LEGISLATIVO .....</b>	<b>3</b>
2.1. DEFINIÇÕES .....	3
2.2. REQUISITOS REGULAMENTARES E DIRETRIZES DA APA .....	5
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>7</b>
3.1. SOFTWARE UTILIZADO .....	7
3.2. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS .....	8
3.2.1. Tráfego rodoviário .....	8
<b>4. ESTUDO ACÚSTICO .....</b>	<b>9</b>
4.1. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	9
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL .....	10
4.2.1. Modelo tridimensional .....	10
4.2.2. Tráfego rodoviário .....	11
4.2.3. Validação do modelo .....	11
4.2.4. Mapa de ruído .....	15
4.3. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO FUTURA .....	19
4.3.1. Modelo tridimensional .....	19
4.3.2. Ruído gerado pelo loteamento .....	20
4.3.3. Mapa de ruído e necessidade de aplicação de medidas de minimização .....	21
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>
• <b>ANEXO I – MAPA DE RUÍDO DA SITUAÇÃO ATUAL</b>	
• <b>ANEXO II – MAPA DE RUÍDO DA SITUAÇÃO FUTURA</b>	
• <b>ANEXO III – MAPA DE CONFLITO DA SITUAÇÃO FUTURA</b>	

# Estudo Acústico para Loteamento na Quinta das Damas, na Ajuda

## DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

### *Ficha Técnica*

<b>Designação do projeto</b>	Estudo Acústico para Loteamento na Quinta das Damas, na Ajuda – revisão 2
<b>Requerente</b>	Paralelabrangente, Lda
<b>Morada</b>	Av. da Liberdade 240 5.º Piso 1250-148 Lisboa
<b>Localização do projeto</b>	Ajuda, Lisboa
<b>Data do(s) trabalho(s) de campo</b>	28 a 30 junho 2022
<b>Fonte(s) do ruído particular</b>	Tráfego rodoviário
<b>Data de emissão</b>	Maior 2023

### *Equipa Técnica*

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Eletrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Diretor Técnico da dBwave.i. Responsável Técnico do trabalho.
- Teresa Claro, Engenheira do Território (IST), Diploma de Formação Avançada em Engenharia Acústica – Consultora ambiental, especializada em Acústica.
- Madalena Vaz de Miranda, Engenheira do Ambiente (FCT/UNL), Mestrado em Ordenamento do Território e Impactes Ambientais (FCT/UNL) – Técnica Superior da dBwave.i.
- Paulo Murteira – Técnico de Laboratório da dBwave.i.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro revogou o anterior regulamento (Decreto-Lei n.º 292/2000) defendendo a articulação com outros regimes jurídicos, designadamente o da urbanização e da edificação e o de autorização e licenciamento de atividades. O RGR visa, por outro lado, a salvaguarda da saúde humana e bem-estar das populações em matéria de ambiente sonoro e adota os indicadores e períodos de referência definidos no Decreto-Lei n.º 146/2006.

São definidos 3 períodos de referência – diurno, do entardecer e noturno – e os indicadores relevantes para elaboração de mapas de ruído são 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.

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

A área objeto de estudo tem cerca de 34 260 m<sup>2</sup>, situa-se na Ajuda, concelho de Lisboa, e divide-se em 2 lotes. No lote 1 está previsto um edifício de habitação e comércio, composto por 135 fogos totalizando 15 654,10 m<sup>2</sup> de superfície de pavimento, com 150 m<sup>2</sup> de comércio e 174 lugares de estacionamento privado em cave. No lote 2 está previsto um equipamento escolar com 6 558,90 m<sup>2</sup> de superfície de pavimento, composto por 30 salas e com 27 lugares de estacionamento privado. No interior da área do loteamento serão ainda criadas duas áreas verdes não urbanizáveis, bem como 95 lugares de estacionamento público à superfície. Nos passeios confinantes com os lotes está previsto a criação de 132 lugares de estacionamento de uso público.

O principal objetivo do presente estudo, em termos acústicos e na perspetiva do RGR, é avaliar se a situação acústica existente é compatível com a construção dos edifícios de habitação e se haverá que acautelar medidas de minimização de ruído decorrentes da proposta de arquitetura. Esta avaliação será feita mediante o desenvolvimento de um modelo acústico que terá em conta a implantação dos novos edifícios, bem como a evolução do tráfego nas principais rodovias existentes na envolvente da área do loteamento.

Resumidamente, são estudadas duas situações:

- Situação atual (ano 2022);
- Situação futura (decorrente da execução da proposta de arquitetura).

O presente relatório é uma revisão do anterior relatório de Julho 2022, atualizando alguma informação sobre o projeto dado ter havido pequenas alterações nas áreas de superfícies de pavimento, n.º de lugares de estacionamento público e no desenho da Planta Síntese. Assim, essas informações foram atualizadas na presente revisão, mantendo-se válidos todos os resultados, análises e mapas de ruído anteriormente produzidos.

## 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 Notas Técnicas elaboradas pela DGA/DGOTDU – “Princípios orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído” e “Recomendações para Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros”. Foram ainda seguidas as “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – versão 3”, publicadas em dezembro de 2011 pela APA.

### 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 onde 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 objecto 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. REQUISITOS REGULAMENTARES E DIRETRIZES DA APA

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 nºs 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 nº 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, das quais se destacam os seguintes aspetos técnicos a ter em consideração na elaboração de mapas de ruído:

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

- Para elaboração dos mapas de ruído municipais recomendam-se os métodos de cálculo referidos no Anexo I da DRA;
- A cartografia base deve incluir a altimetria do terreno (curvas de nível cotadas), a localização e altura dos edifícios, das fontes de ruído (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: 1:200, para articulação com PDM, salvo nos municípios definidos como aglomerações; 1:00, ou outras que a regulamentação própria sobre cartografia venha a definir, para articulação com PU/PP; 1:10000, 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 passageiros 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 de ruído, quando representativo da situação existente, 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

A metodologia utilizada neste trabalho englobou as seguintes fases:

- Avaliação da situação acústica existente com base em cálculo de mapa de ruído da situação atual e na perspetiva do RGR;
- Análise da situação acústica futura, decorrente da proposta de arquitetura;
- Avaliação da eventual necessidade de medidas de minimização de ruído para a situação decorrente da proposta de arquitetura.

Para tal, foi construído um modelo acústico:

- Definição da “área de estudo”;
- Tratamento da cartografia fornecida pelo cliente em formato *DWG*;
- Identificação e levantamento das principais fontes de ruído existentes e novas na área do loteamento e sua envolvente – tráfego rodoviário;
- Importação da altimetria para o *software* CadnaA e criação do modelo digital do terreno (tridimensional);
- Importação dos edifícios e estradas;
- Simulação dos níveis de ruído para a situação atual e futura - cálculo do mapa de ruído (MR) para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ ;

#### 3.1. SOFTWARE UTILIZADO

O programa utilizado para a elaboração dos Mapas de Ruído é o **CadnaA**, que cumpre integralmente com os requisitos apresentados na Directiva 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](http://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.

## 3.2. NORMAS E PARÂMETROS UTILIZADOS

### 3.2.1. Tráfego rodoviário

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

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

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 de tráfego pode ser modelado como por um número de fontes pontuais igual ao número de veículos que nela circulam, a moverem-se com velocidades iguais às dos respetivos veículos e com um Nível de Potência Sonora, Ponderado A,  $L_{Aw}$ , função da velocidade, do tipo de veículo, do perfil longitudinal e do fluxo de tráfego.

## 4. ESTUDO ACÚSTICO

### 4.1. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no concelho de Lisboa, na freguesia da Ajuda, e divide-se entre os lotes 1, 2 e área verde não urbanizável, perfazendo uma área total de 34 260 m<sup>2</sup>. A principal fonte de ruído nas imediações é a Calçada da Ajuda (a oeste), verificando-se a existência de vias e arruamentos urbanos na envolvente, os quais foram considerados no modelo acústico, nomeadamente, Rua Dom Vasco, Rua da Bica do Marquês e Alameda dos Pinheiros.

No âmbito do Plano Diretor Municipal (PDM) de Lisboa, esta zona, à semelhança de todo o concelho, encontra-se acusticamente classificada como Zona Mista, onde os limites regulamentares definidos no RGR, tendo em conta o Critério de Exposição Máxima, são de  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A).



Figura 4.1 – Localização da área de estudo e do limite da área do loteamento (a azul)

## 4.2. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

### 4.2.1. Modelo tridimensional

Para caracterizar a situação atual construiu-se um modelo acústico tridimensional que contempla o modelo digital de terreno (MDT), baseado em curvas de nível e pontos cotados e o edificado mais próximo. As figuras que se seguem apresentam o modelo 3D criado para a situação atual.

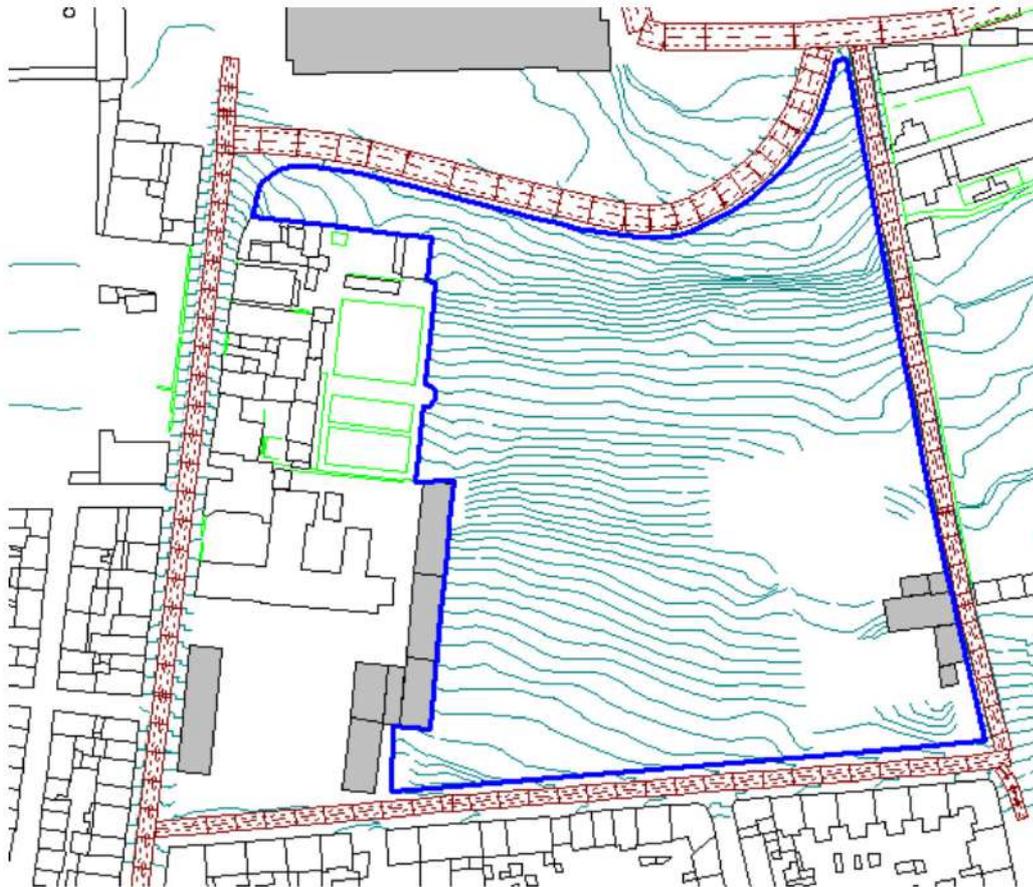


Figura 4.2 – Visualização em planta do modelo acústico criado para a situação atual



**Figura 4.3 – Visualização 3D do modelo acústico criado para a situação atual**

#### 4.2.2. Tráfego rodoviário

Em termos acústicos, a principal rodovia na envolvente da área do loteamento é a Calçada da Ajuda. Foram também incluídas as restantes vias que envolvem a área do loteamento: Rua Dom Vasco, Rua da Bica do Marquês e Alameda dos Pinheiros.

Os dados de tráfego destas vias foram obtidos através dos dados constantes no estudo de tráfego e podem ser consultados no quadro abaixo.

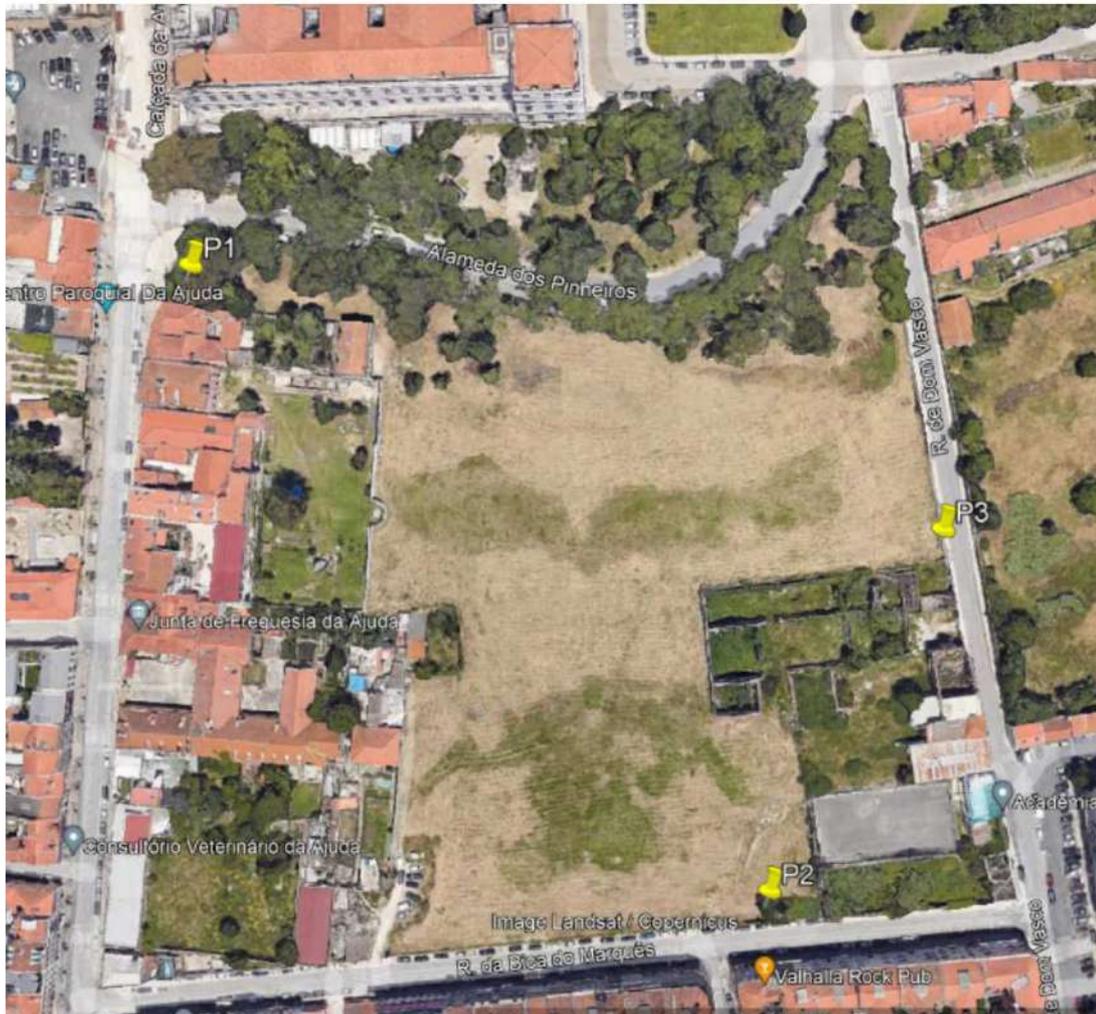
**Quadro 4.1 – Dados de tráfego considerados na situação atual**

Toponímia	ID	Período diurno		Período entardecer		Período noturno		vmáx (km/h)		Tipo de piso
		TMH (veic./h)	% pesados	TMH (veic./h)	% pesados	TMH (veic./h)	% pesados	Ligeiros	Pesados	
Rua Dom Vasco	F001	62	2	31	0	10	0	50	50	Betão betuminoso
Rua Bica do Marquês	F002	80	0	49	0	14	0	50	50	Betão (1) betuminoso
Calçada da Ajuda	F003	230	2	142	0	52	0	50	50	Betão (1) betuminoso
Alameda dos Pinheiros	F004	29	0	14	0	5	0	50	50	Betão betuminoso

Nota (1): Nestas ruas existem pequenos troços (nomeadamente junto a passadeiras) com paralelo de basalto, mas sem expressão que justifique a alteração para esse tipo de piso.

#### 4.2.3. Validação do modelo

Durante os dias 28 e 30 de junho de 2022 foram realizadas três medições de ruído em contínuo, cada uma com duração superior a 48h, na área do futuro loteamento. Estas medições têm como objetivo validar o modelo acústico, ou seja, servem para garantir que o modelo construído representa fielmente a realidade acústica atual e que os dados inseridos estão coerentes com o que ocorre no local (se tal não acontecer, deverão ser feitos ajustes no modelo). Nas figuras abaixo mostra-se os pontos de medição (P1, P2 e P3).



**Figura 4.4 – Localização dos 3 pontos de monitorização, junto aos limites da área do loteamento.**



**Figura 4.5 – Visualização do P1, junto ao cruzamento da Calçada da Ajuda com a Alameda dos Pinheiros (microfone instalado na ponta da vara, a cerca de 4m de altura do solo)**



**Figura 4.6 – Visualização do P2, no limite sul do loteamento (microfone instalado na ponta da vara, a cerca de 4m de altura do solo)**



**Figura 4.7 – Visualização do P3, na envolvente este do loteamento (microfone instalado na ponta da vara, a cerca de 4m de altura do solo)**

A validação do modelo acústico foi efetuada por comparação dos níveis de pressão sonora medidos no terreno com os valores simulados pelo modelo parametrizado de modo a reproduzir as condições observadas no local durante a realização das medições.

De acordo com as diretrizes emitidas pela APA para a elaboração deste tipo de mapas, para o modelo ser considerado validado tem de se verificar a seguinte condição nos pontos de medida, para os valores globais em dB(A):

$$L_{Aeq \text{ calc.}} - L_{Aeq \text{ med}} \leq |2 \text{ dB(A)}|$$

Em que  $L_{Aeq \text{ calc.}}$  é o valor calculado pelo modelo num dado recetor e  $L_{Aeq \text{ med}}$  é o valor medido na realidade nesse mesmo recetor e para as mesmas condições de funcionamento das fontes. **O Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta o resultado da validação.

**Quadro 4.2 – Comparação entre os valores medidos e os valores calculados para os indicadores (validação)**

Ponto recetor	Indicador calculado		Indicador medido		Indicador calculado - Indicador medido		Requisito
	L <sub>Aeq calc</sub> [dB(A)]		L <sub>Aeq med</sub> [dB(A)]		L <sub>Aeq calc</sub> - L <sub>Aeq med</sub> [dB(A)]		
	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>	
P1	63.7	55.5	64.9	56.5	-1,2	-1	≤  2 dB(A)
P2	59.7	50.8	59.6	51.1	0,1	-0,3	
P3	56.8	47.4	55.5	48.5	1,3	-1,1	

Dado o cumprimento do requisito, considera-se o modelo acústico validado.

#### 4.2.4. Mapa de ruído

Uma vez construído o modelo acústico e inseridas as fontes de ruído (rodovias), calculou-se o MR para a situação atual do presente estudo, que pode ser visualizado em detalhe nos Anexos I.1 e I.2 para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , respetivamente. As figuras abaixo apresentam extratos do MR para a situação atual.

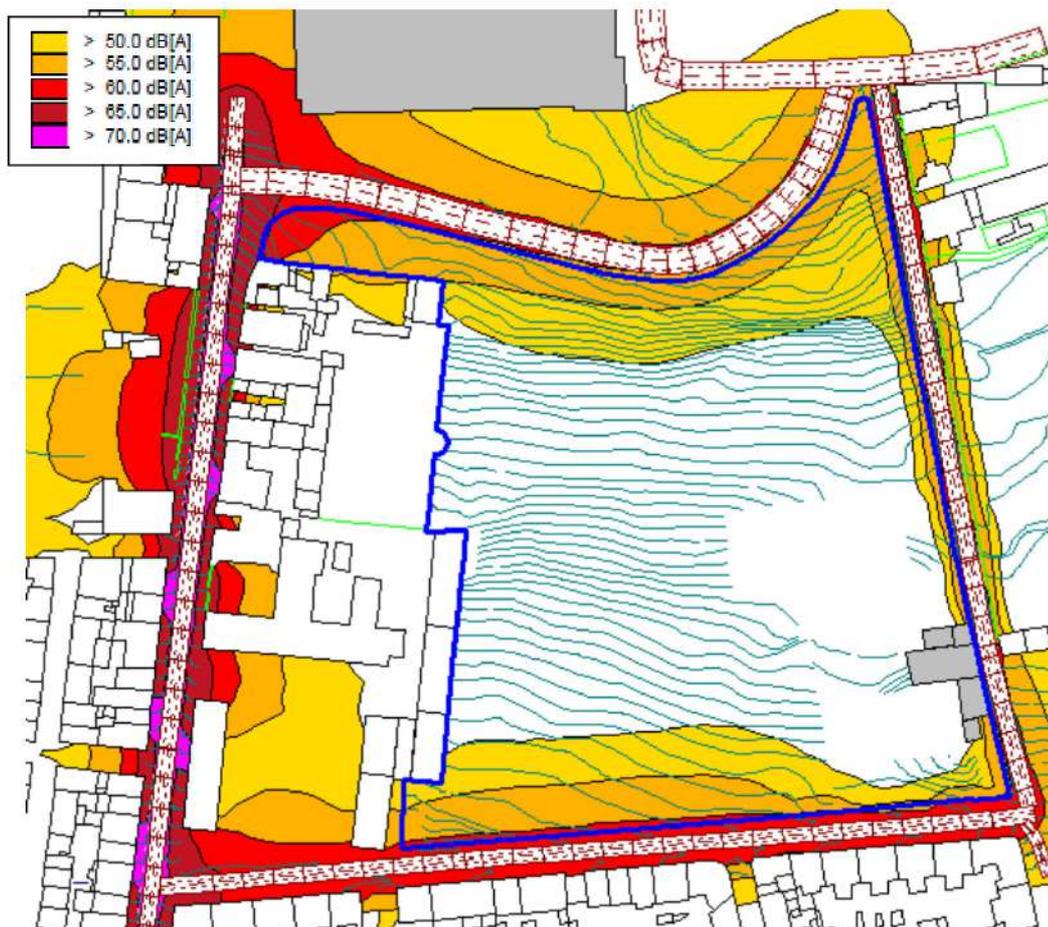
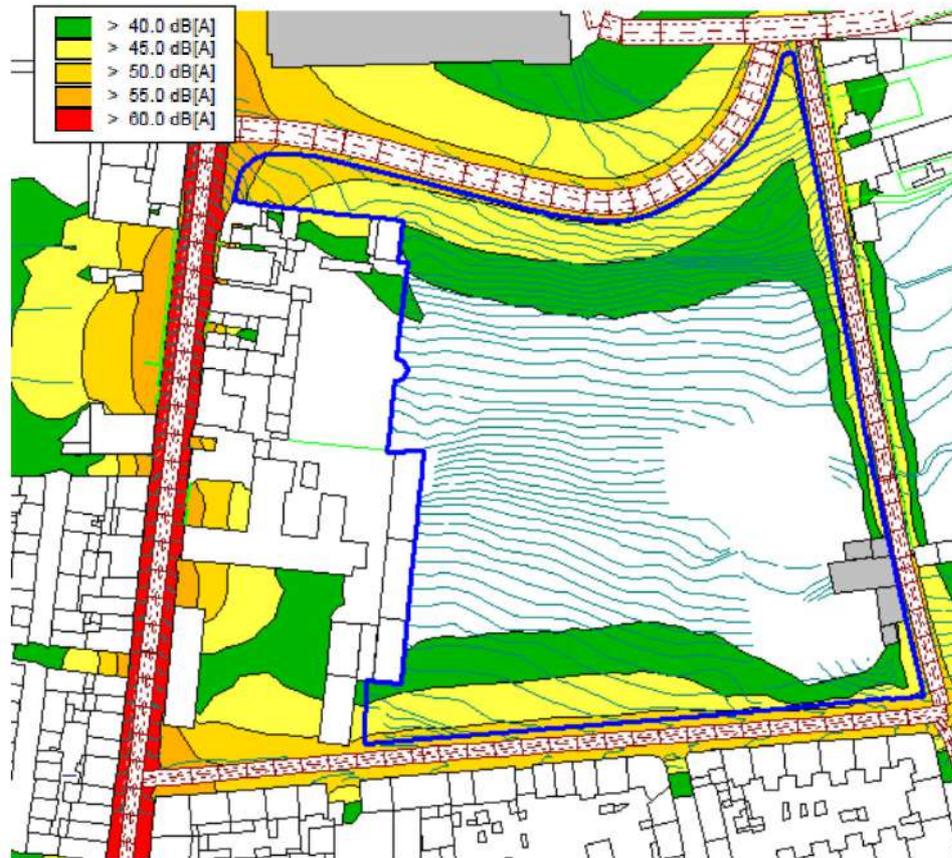


Figura 4.8 – Extrato do MR da situação atual para o indicador  $L_{den}$



**Figura 4.9 – Extrato do MR da situação atual para o indicador  $L_n$**

No geral, a área do loteamento apresenta níveis de ruído moderados, na ordem dos [50;60] dB(A) no  $L_{den}$  e [40; 50] dB(A) no  $L_n$ . A zona mais ruidosa são os lados norte e sul, ao longo da Alameda dos Pinheiros e Rua da Bica do Marquês, respetivamente, dado não haver obstáculos significativos à propagação do ruído entre as referidas ruas e a área do loteamento.

Dados estes valores, e tendo em conta os limites definidos para Zonas Mistas ( $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A)), conclui-se que os níveis de ruído sentidos na área do futuro loteamento são compatíveis com a implantação de edifícios de habitação.

Com o intuito de aferir os resultados obtidos para o MR da situação atual, consultou-se o MR de Lisboa, cujos extratos se apresentam de seguida.

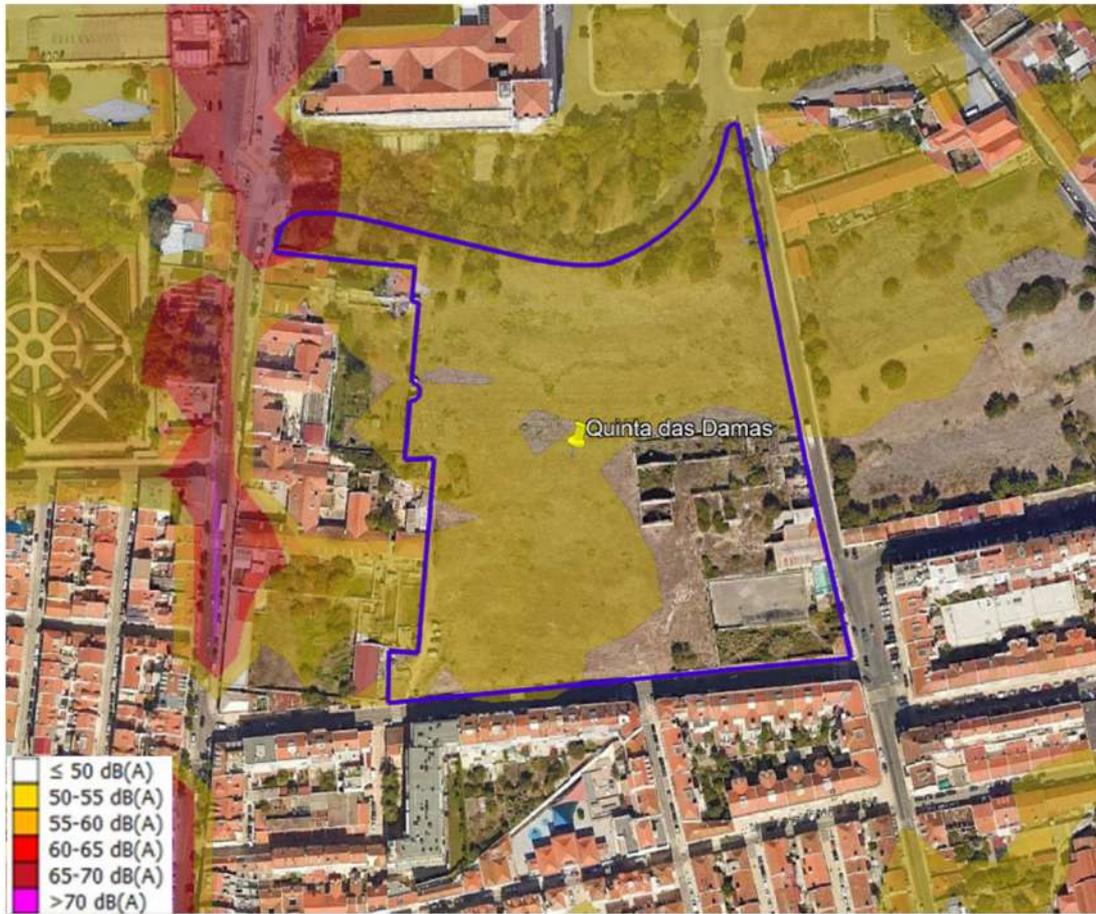


Figura 4.10 – Extrato do MR de Lisboa para o indicador  $L_{den}$



**Figura 4.11 – Extrato do MR de Lisboa para o indicador  $L_n$**

Pela análise dos extratos do MR de Lisboa acima apresentados constata-se que das vias rodoviárias presentes na envolvente ao loteamento, apenas a Calçada da Ajuda se encontra caracterizada acusticamente, sendo que as restantes não foram consideradas fontes dignas de registo ao nível concelhio.

Assim sendo, e ao nível da Calçada da Ajuda conclui-se que os MR obtidos para a situação atual do presente estudo são coerentes com o MR de Lisboa e que ambos apresentam indicadores de ruído compatíveis com a classificação como Zona Mista.

### 4.3. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO FUTURA

De acordo com informações fornecidas pelo cliente, no lote 1 está previsto um edifício de habitação e comércio, composto por 135 fogos totalizando 15 654,10 m<sup>2</sup> de superfície de pavimento e com 150 m<sup>2</sup> de comércio e no lote 2 está previsto um equipamento escolar com 6 558,90 m<sup>2</sup> de superfície de pavimento, composto por 30 salas. A figura abaixo apresenta a planta síntese do loteamento em estudo, a qual serviu de base para a elaboração do modelo acústico da situação futura.



**Figura 4.12 – Planta síntese do loteamento em estudo**

#### 4.3.1. Modelo tridimensional

Com base na planta da Figura 4.12 e na cartografia cedida pelo cliente, foi criado o modelo acústico para cálculo previsional dos níveis de ruído na situação futura. As figuras que se seguem demonstram o modelo criado, tendo como base o modelo utilizado para a situação atual.



Figura 4.13 – Visualização 3D do modelo acústico criado para a situação futura

#### 4.3.2. Ruído gerado pelo loteamento

Prevê-se algum incremento de tráfego na situação futura gerado pelo loteamento em causa. Os dados de tráfego considerados para a situação futura são os patentes no estudo de tráfego e os quais se apresentam quadro seguinte.

Quadro 4.3 – Dados de tráfego considerados na situação futura

Toponímia	ID	Período diurno		Período entardecer		Período noturno		vmáx (km/h)		Tipo de piso
		TMH (veic./h)	% pesados	TMH (veic./h)	% pesados	TMH (veic./h)	% pesados	Ligeiros	Pesados	
Rua D. Vasco_1	F001	84	1%	46	0%	14	0%	50	50	Betão betuminoso
Rua D. Vasco_2	F002	68	0%	46	0%	18	0%	50	50	Betão betuminoso
Rua Bica do Marquês	F003	94	0%	59	0%	39	0%	50	50	Betão (1) betuminoso
Calçada da Ajuda	F004	284	1%	170	0%	65	0%	50	50	Betão (1) betuminoso
Alameda dos Pinheiros	F005	32	0%	16	0%	6	0%	50	50	Betão betuminoso
Nova via proposta	F006	5	0%	2	0%	0	#DIV/0!	50	50	Betão betuminoso

Nota (1): Nestas ruas existem pequenos troços (nomeadamente junto a passeadeiras) com paralelo de basalto, mas sem expressão que justifique a alteração para esse tipo de piso.

#### 4.3.3. Mapa de ruído e necessidade de aplicação de medidas de minimização

Foi elaborado um mapa de ruído do local de implantação do loteamento e sua envolvente, representativo da situação futura, decorrente da execução da operação de loteamento (ver Anexo II). Nas figuras seguintes apresentam-se os extratos dos mapas de ruído da situação futura, para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ .

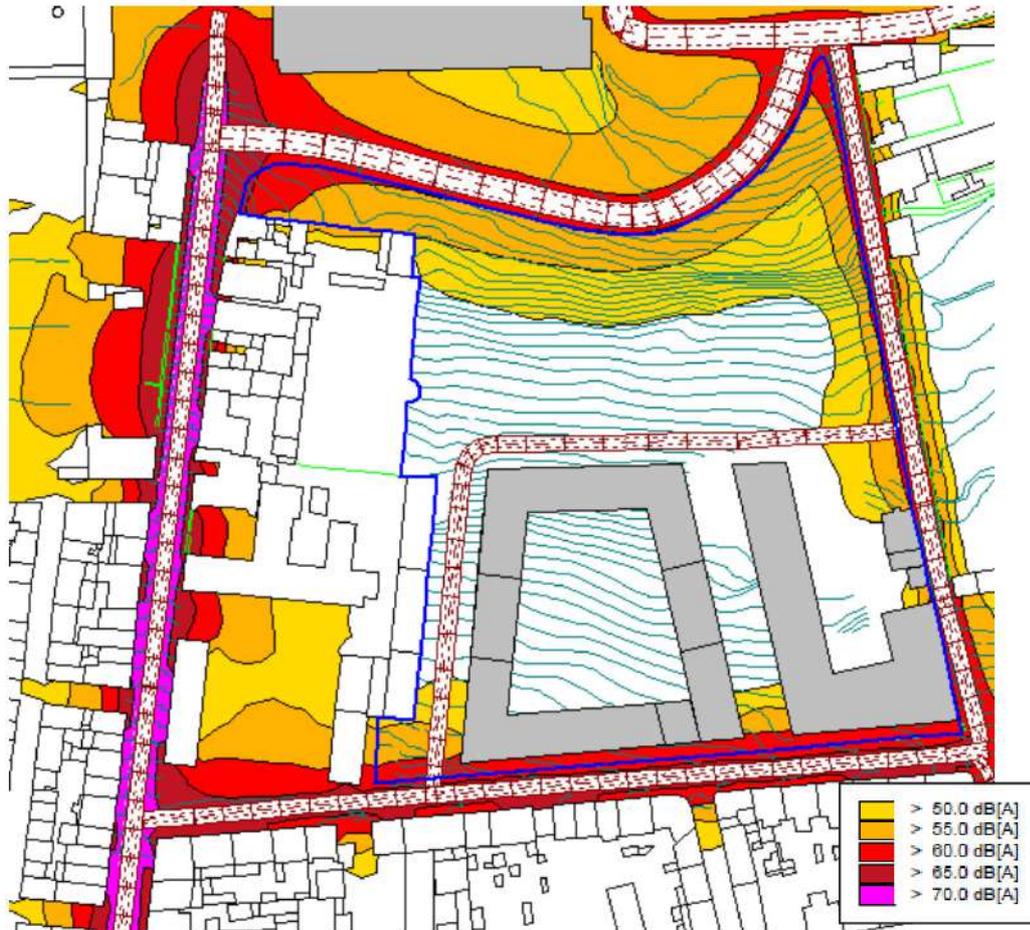
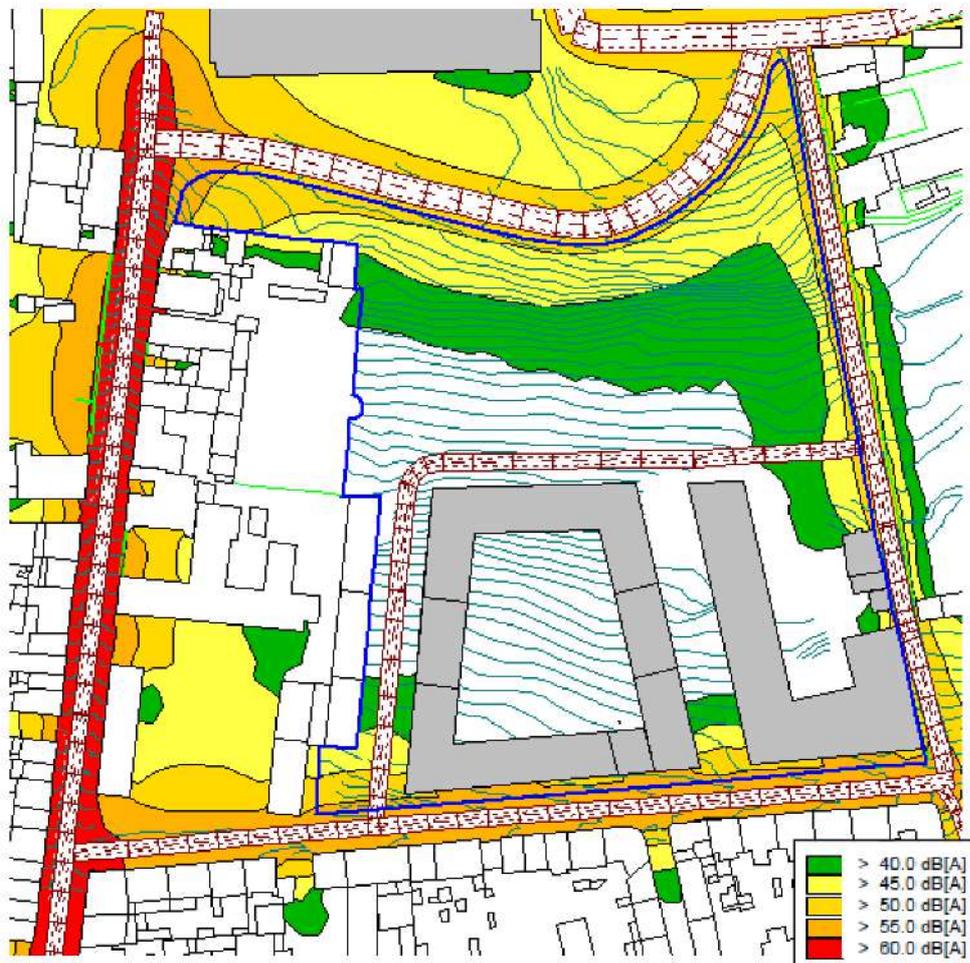


Figura 4.14 – Extrato do MR da situação futura para o indicador  $L_{den}$



**Figura 4.15 – Extrato do MR da situação futura para o indicador  $L_n$**

É visível a influência do aumento de tráfego rodoviário na Rua Bica do Marquês nos níveis de ruído na zona adjacente a esta via, nomeadamente o alargamento das manchas acima dos 60 dB(A) no  $L_{den}$  e 55 dB(A) no  $L_n$ . Os níveis mais altos registam-se nas fachadas sul dos edifícios propostos no arruamento referido.

Para uma melhor perceção destes valores, calculou-se os níveis de ruído incidentes na fachada de cada edifício previsto no loteamento da Quinta das Damas (*building evaluation*). Estes níveis podem ser visualizados nas imagens que se seguem.

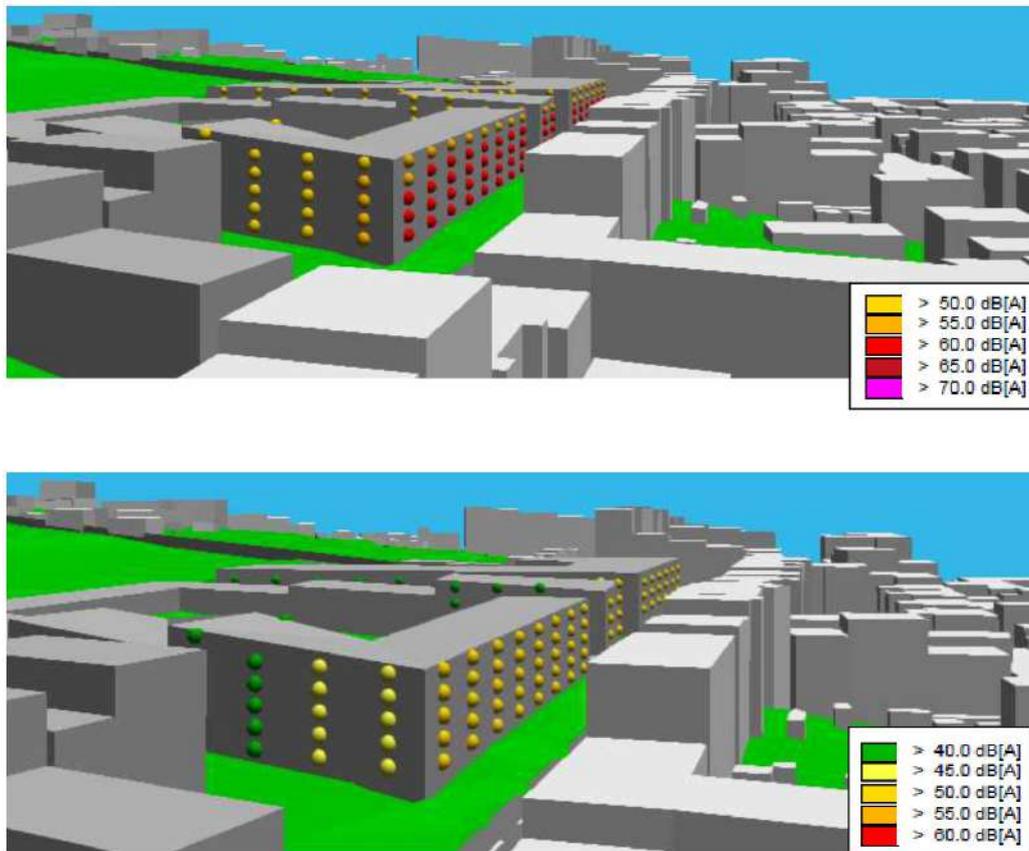


Figura 4.16 – Ruído incidente na fachada mais exposta para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$

Os valores obtidos no cálculo do *building evaluation* podem ser consultados na tabela que se segue, onde é mostrado o valor mais elevado registado em cada piso.

Edifício		Sit. futura	
		$L_{den}$ dB(A)	$L_n$ dB(A)
Lote 1	Piso 0	61.6	54.5
	Piso 1	61.2	54.0
	Piso 2	60.5	53.3
	Piso 3	59.9	52.7
	Piso 4	59.3	52.1
Lote 2	Piso 0	62.7	54.2
	Piso 1	61.5	53.1
	Piso 2	59.7	52.5

Dado os valores apresentados, que se encontram abaixo dos limites para Zona Mista, não se prevê a necessidade de aplicação de medidas de minimização de ruído. No entanto, é pertinente fazer duas observações/recomendações:

- Quando tal for possível, as zonas de descanso das habitações, nomeadamente quartos, bem como as zonas que requerem concentração, nomeadamente as salas de aulas, beneficiarão de maior tranquilidade se não ficarem nas fachadas mais expostas ao ruído de tráfego rodoviário;
- Para assegurar um elevado nível de conforto acústico no interior das habitações e do equipamento escolar, os elementos construtivos a utilizar na fachada, nomeadamente do lado sul, deverão assegurar um bom isolamento sonoro, se possível 3 dB acima do mínimo regulamentar para Zona Mista, ou seja:  $D_{2m,nT,w} \geq 33 + 3 = 36$  dB

Como complemento à informação já apresentada, calcularam-se os mapas de conflito acústico da área em estudo à cota de 4 m, tendo em conta a classificação acústica da zona – zona mista. Estes mapas podem ser consultados no Anexo III.

Observa-se que, nos mapas de conflito ocorre pontualmente interseção, embora tangencial, entre algumas isófonas iniciais de conflito acústico e partes da fachada sul dos edifícios. No entanto, tendo em conta os resultados, mais precisos, do cálculo nos recetores das fachadas (*building evaluation*) ao longo de toda a sua extensão e altura, essa interseção não chegará a existir resultando, sim, das interpolações realizadas pelo modelo no cálculo do mapa de ruído, uma vez que a grelha de pontos gerada não coincide, em geral, com os planos das fachadas.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na situação em análise no presente relatório, a área destinada ao processo de loteamento urbano apresenta, atualmente, baixos níveis de ruído, exceto na área junto ao cruzamento da Calçada da Ajuda com o Alameda dos Pinheiros. Estes níveis sobem quando simulados para a situação decorrente do projeto de loteamento, devido ao aumento de tráfego gerado pelo loteamento, principalmente na Rua Bica do Marquês, ficando, ainda assim, abaixo dos limites regulamentares do RGR aplicáveis a Zonas Mistas.

Foram calculados mapas de fachada (técnica de *building evaluation*) nas fachadas dos novos edifícios (nos lote 1 e 2), com o principal objetivo de confirmar, com mais precisão que o possível no mapa de ruído, os níveis de ruído incidente nas fachadas mais expostas, de modo a completar/afinar a informação do mapa de ruído e a assegurar o cumprimento regulamentar e o conforto acústico das habitações.

Recomenda-se, do ponto de vista acústico, que nas habitações as zonas de estar e, especialmente, as de descanso (quartos) e no equipamento escolar, as zonas de concentração, nomeadamente salas de aula se situem nas fachadas menos expostas ao ruído. Qualquer habitação deverá ainda respeitar os índices de isolamento estipulados no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (DL 96/2008), nomeadamente o índice de isolamento de fachada ( $D_{2m,nT,w}$ ). Para obtenção de um nível de conforto acústico superior, recomenda-se superar em 3 dB os requisitos mínimos regulamentares.

O Responsável Técnico do Estudo

Luís   
Conde  
Santos

Digitally signed by  
Luís  Conde  
Santos  
Date: 2023.05.18  
11:21:00 +01'00'



Luís Conde Santos

Diretor Técnico

(membro da OE com o n.º ,  
especialista em engenharia acústica)

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

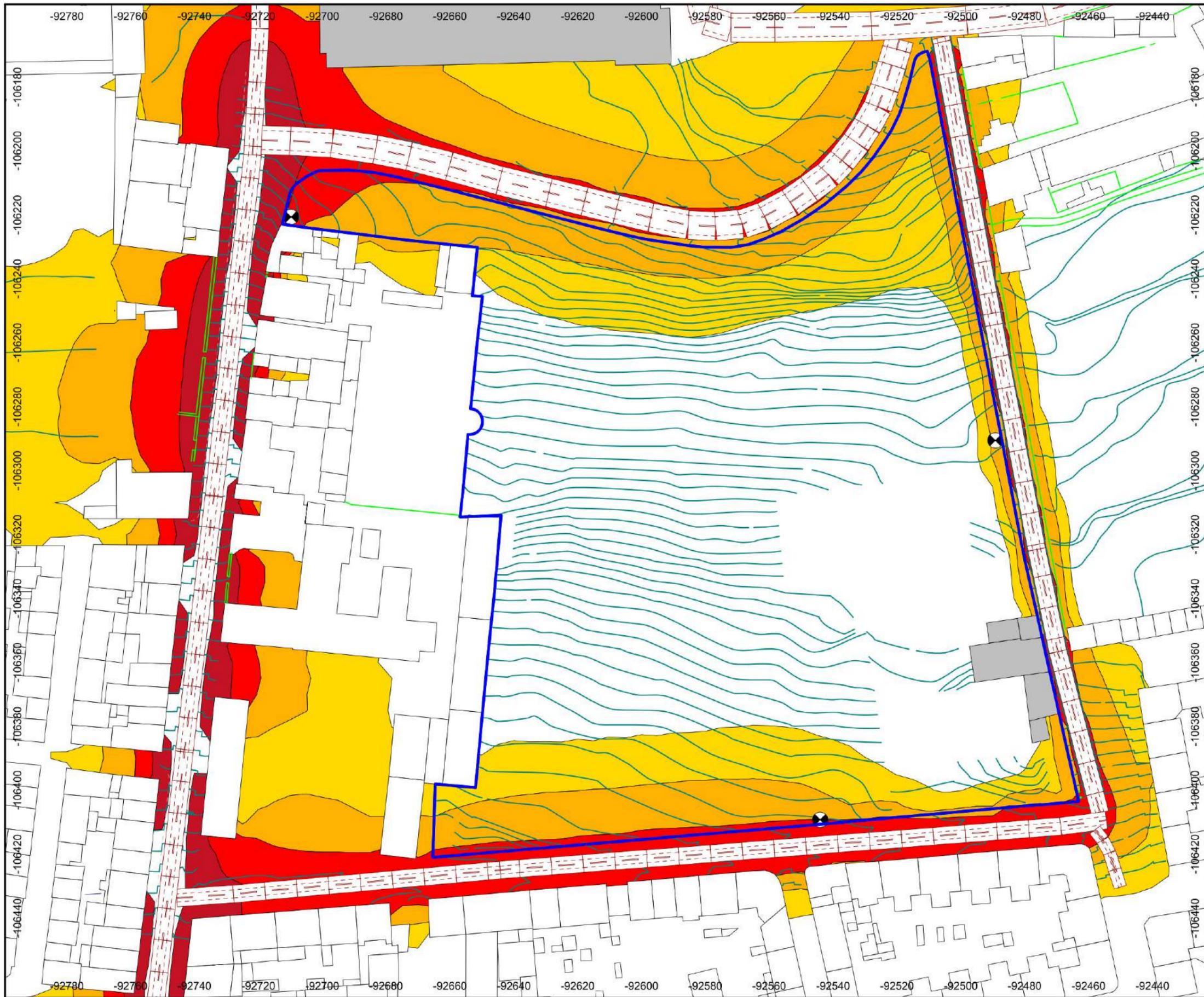
1. A Comparison of Different Techniques for the Calculation of Noise Maps of Cities, International Congress and Exhibition in Noise Control Engineering, Wolfgang Probst, Bernd Huber, 2001.
2. Directiva Comunitária 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente, 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, IPQ.
7. NP ISO 1996-2 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente, IPQ.
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. Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro.
12. Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de junho.
13. Manual Técnico para a Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído, FEUP e APA, Abril 2008.

# ANEXOS

**ANEXO I – MAPA DE RUÍDO DA SITUAÇÃO EXISTENTE**

**ANEXO II – MAPA DE RUÍDO DA SITUAÇÃO FUTURA**

**ANEXO III – MAPA DE CONFLITO DA SITUAÇÃO  
FUTURA**



**MAPA DE RUÍDO DE Loteamento na Ajuda - Situação actual -**



**NÍVEIS SONOROS Lden**

Níveis sonoros médios a 4 metros de altura

- > 50.0 dB dB(A)
- > 55.0 dB dB(A)
- > 60.0 dB dB(A)
- > 65.0 dB dB(A)
- > 70.0 dB dB(A)

Níveis abaixo dos indicados na legenda representados a branco

**LEGENDA**

- Outros edifícios
- Edifícios Loteamento
- Curvas de nível
- Rodovias
- Ponto de validação
- Muro
- Limite plano

**ELABORADO POR**



**REQUERENTE**

PARALELABRANGENTE

**TÍTULO**

Mapa de Ruído da Situação Actual  
- Indicador Lden -

**ESCALA**

1:1 200  
Formato A3

**ANEXO**

Anexo I.1

**DATA**

Julho 2022

**REFERÊNCIA**

0224.1/22DBW

Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave.



**MAPA DE RUÍDO DE Loteamento na Ajuda - Situação actual -**



**NÍVEIS SONOROS Ln**

Níveis sonoros médios a 4 metros de altura

- > 40.0 dB(A)
- > 45.0 dB(A)
- > 50.0 dB(A)
- > 55.0 dB(A)
- > 60.0 dB(A)

Níveis abaixo dos indicados na legenda representados a branco

**LEGENDA**

- Outros edifícios
- Edifícios Loteamento
- Curvas de nível
- Rodovias
- Ponto de validação
- Muro
- Limite plano

**ELABORADO POR**



**REQUERENTE**

PARALELABRANGENTE

**TÍTULO**

Mapa de Ruído da Situação Actual  
- Indicador Ln -

**ESCALA**

1:1 200  
Formato A3

**ANEXO**

Anexo I.2

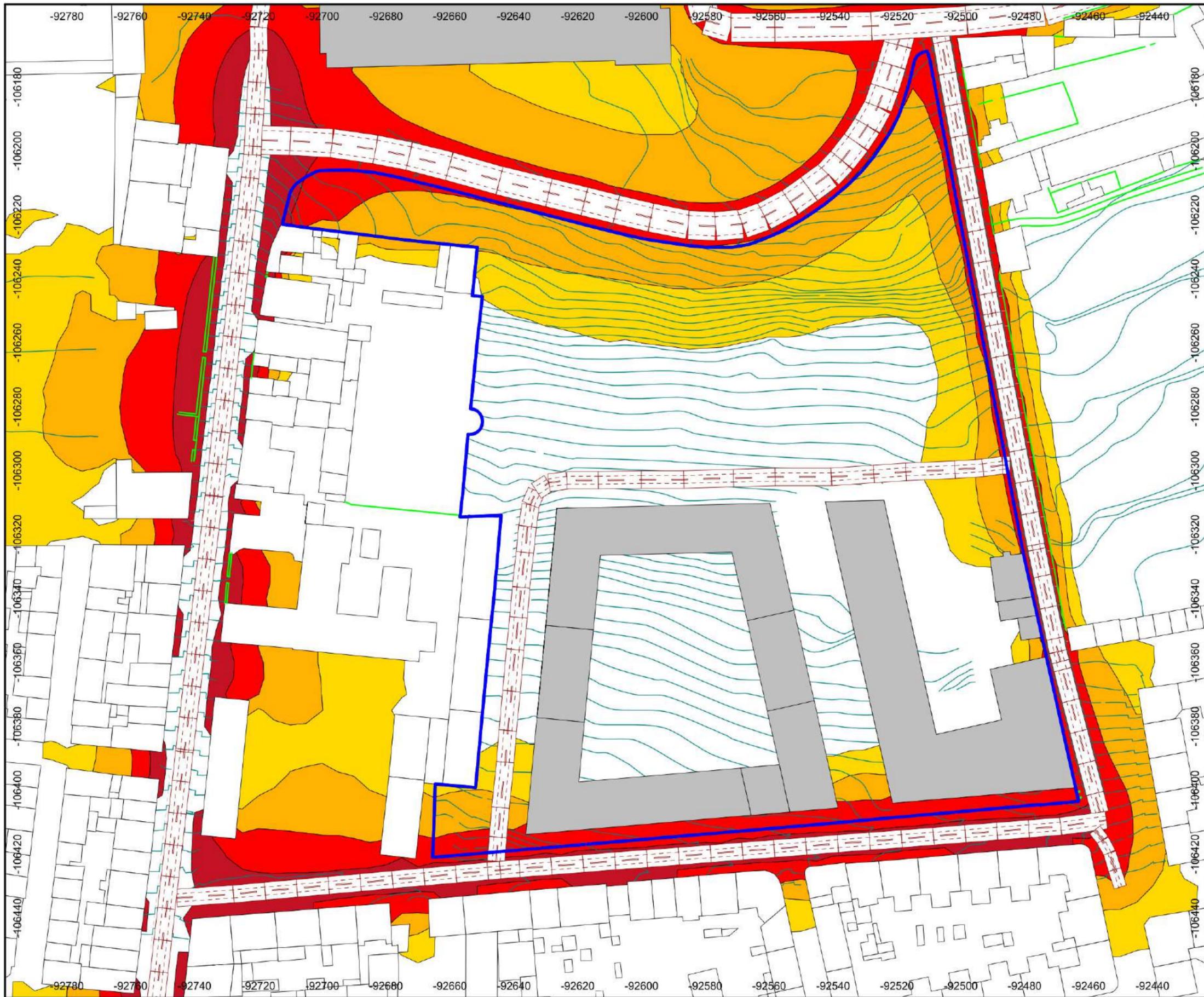
**DATA**

Julho 2022

**REFERÊNCIA**

0224.1/22DBW

Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave.



**MAPA DE RUÍDO DE Loteamento na Ajuda - Situação futura -**



**NÍVEIS SONOROS Lden**

Níveis sonoros médios a 4 metros de altura

- > 50.0 dB d(B)A
- > 55.0 dB d(B)A
- > 60.0 dB d(B)A
- > 65.0 dB d(B)A
- > 70.0 dB d(B)A

Níveis abaixo dos indicados na legenda representados a branco

**LEGENDA**

- Outros edifícios
- Edifícios Loteamento
- Curvas de nível
- Rodovias
- Muro
- Limite plano

**ELABORADO POR**



**REQUERENTE**

PARALELABRANGENTE

**TÍTULO**

Mapa de Ruído da Situação Futura  
- Indicador Lden -

**ESCALA**

1:1 200  
Formato A3

**ANEXO**

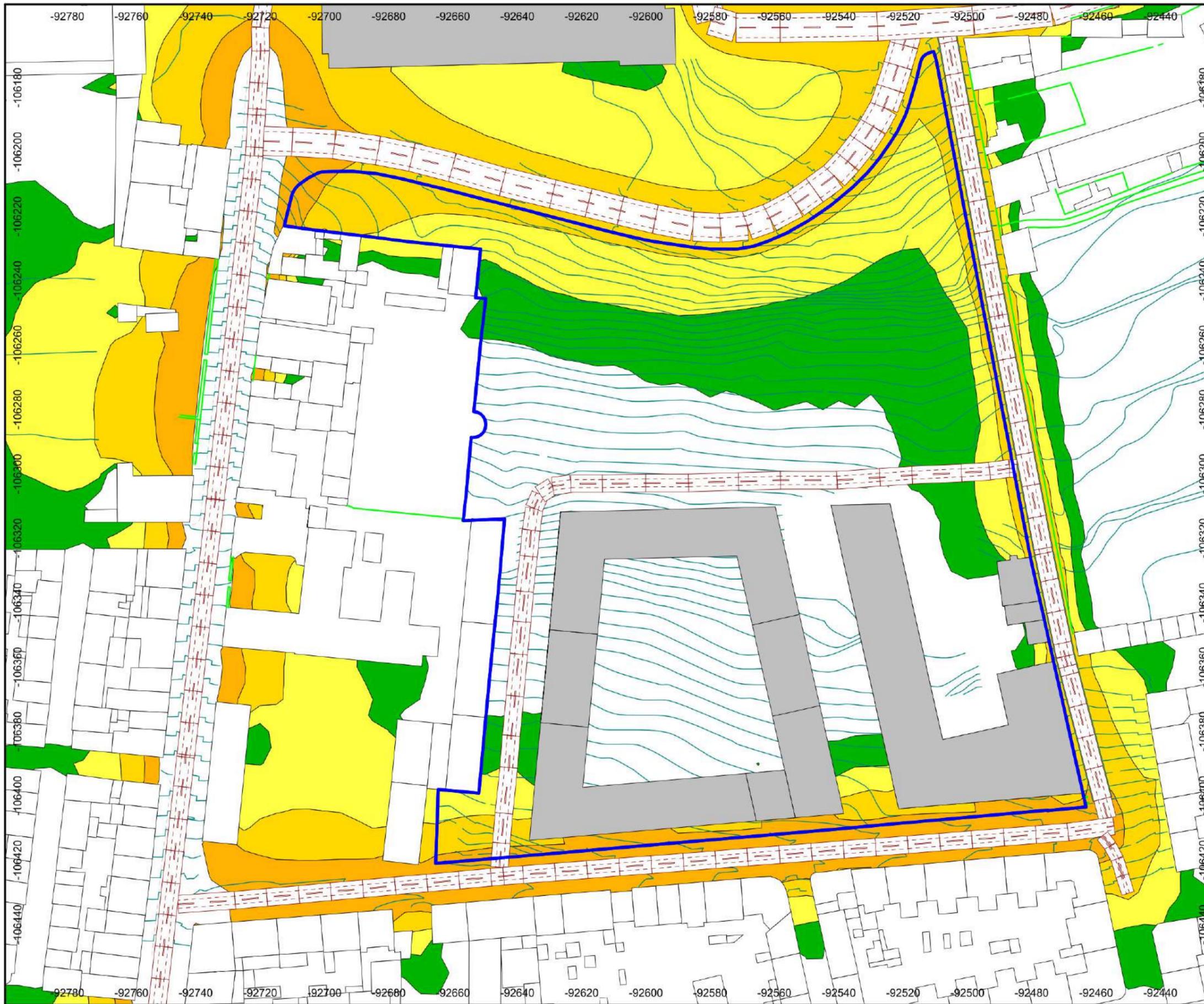
Anexo II.1

**DATA**

Julho 2022

**REFERÊNCIA**

0224.1/22DBW



**MAPA DE RUÍDO DE Loteamento na Ajuda - Situação futura -**



**NÍVEIS SONOROS Ln**

Níveis sonoros médios a 4 metros de altura

- > 40.0 dB d(B)A
- > 45.0 dB d(B)A
- > 50.0 dB d(B)A
- > 55.0 dB d(B)A
- > 60.0 dB d(B)A

Níveis abaixo dos indicados na legenda representados a branco

**LEGENDA**

- Outros edifícios
- Edifícios Loteamento
- Curvas de nível
- Rodovias
- Muro
- Limite plano

**ELABORADO POR**



**REQUERENTE**

PARALELABRANGENTE

**TÍTULO**

Mapa de Ruído da Situação Futura  
- Indicador Ln -

**ESCALA**

1:1 200  
Formato A3

**ANEXO**

Anexo II.2

**DATA**

Julho 2022

**REFERÊNCIA**

0224.1/22DBW

Os resultados de ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados. Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave.



**MAPA DE CONFLITO DE Loteamento na Ajuda - Situação futura -**



**NÍVEIS EM EXCESSO Lden**

Níveis sonoros médios a 4 metros de altura

- > 0.0 dB(A)
- > 5.0 dB(A)
- > 10.0 dB(A)

Níveis abaixo dos indicados na legenda representados a branco

**LEGENDA**

- Outros edifícios
- Edifícios Loteamento
- Curvas de nível
- Rodovias
- Muro
- Limite plano

**ELABORADO POR**



**REQUERENTE**

PARALELABRANGENTE

**TÍTULO**

Mapa de Conflito da Situação Futura  
- Indicador Lden -

**ESCALA**

1:1 200  
Formato A3

**ANEXO**

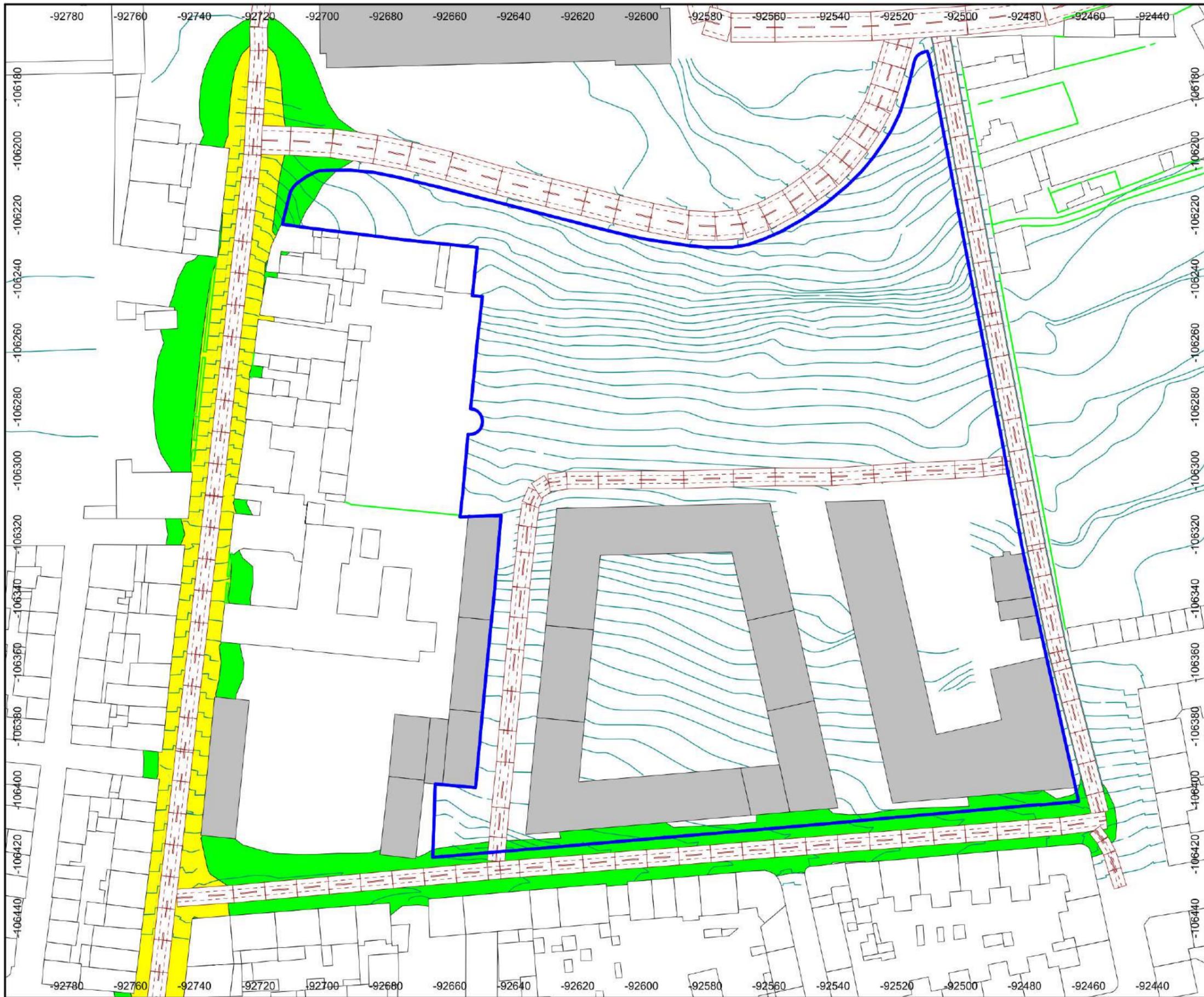
Anexo III.1

**DATA**

Julho 2022

**REFERÊNCIA**

0224.1/22DBW



**MAPA DE CONFLITO DE Loteamento na Ajuda - Situação futura -**



**NÍVEIS EM EXCESSO L<sub>n</sub>**

Níveis sonoros médios a 4 metros de altura

- > 0.0 dB(A)
- > 5.0 dB(A)
- > 10.0 dB(A)

Níveis abaixo dos indicados na legenda representados a branco

**LEGENDA**

- Outros edifícios
- Edifícios Loteamento
- Curvas de nível
- Rodovias
- Muro
- Limite plano

ELABORADO POR



REQUERENTE

PARALELABRANGENTE

TÍTULO

Mapa de Conflito da Situação Futura  
- Indicador L<sub>n</sub> -

ESCALA

1:1 200  
Formato A3

ANEXO

Anexo III.2

DATA

Julho 2022

REFERÊNCIA

0224.1/22DBW