

**Impactes no concelho de Loures do Plano de Acções de  
Gestão e Produção de Ruído para o Aeroporto Humberto  
Delgado**

Estudo realizado para a C. M. Loures  
- Março de 2018 -

**Relatório CERIS  
EP nº 08/2018**

## ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Enquadramento	1
3. Identificação de zonas críticas	3
4. Caracterização dos espectros de nível sonoro no exterior	5
5. Índices mínimos de isolamento a sons aéreos	7
6. Caracterização do edificado	8
7. Conclusões	12
8. Referências	12

### Anexo 1 – Carta de ruído de Loures – Situação prospectiva (2015)

- Anexo 1.1 – Freguesias de SPV e CUA:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.2 – Freguesias de SPV, CUA e SIASJTB:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.3 – Freguesias de CUA e SIASJTB:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.4 – Todas as freguesias:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.5 – Freguesias de SPV e CUA:  $L_n$ ;
- Anexo 1.6 – Freguesias de SPV, CUA e SIASJTB:  $L_n$ ;
- Anexo 1.7 – Freguesias de CUA e SIASJTB:  $L_n$ ;
- Anexo 1.8 – Todas as freguesias:  $L_n$ .

### Anexo 2 – Caracterização do edificado do concelho de Loures

- Anexo 2.1 – Selecção de 19 zonas tipo;
- Anexo 2.2 – Levantamento fotográfico das zonas 1 a 19;
- Anexo 2.3 – Distribuição dos edifícios das zonas 1 a 19 por época de construção.

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente relatório foi solicitado ao CERIS pela Câmara Municipal de Loures com o objectivo de suportar tecnicamente a resposta que a Câmara Municipal de Loures pretende apresentar no âmbito da divulgação do Plano de Acções de Gestão e Redução de Ruído proposto para o Aeroporto Internacional Humberto Delgado, incidindo, em particular, nas medidas que afectam directamente o concelho de Loures.

## **2. ENQUADRAMENTO**

No âmbito do Plano de Acções de Gestão e Redução de Ruído (PAGRR) do Aeroporto Internacional Humberto Delgado [1], em Lisboa, o qual foi elaborado pela ANA – Aeroportos de Portugal, S.A. (doravante designada como ANA) na sua qualidade de entidade gestora das infraestruturas aeroportuárias, foi definido, para o período 2018-2023, um conjunto de 33 medidas de minimização do ruído, seguindo, na generalidade, as recomendações da Organização da Aviação Civil Internacional [2] relativas à protecção ambiental no factor ruído. Tais medidas incluem a redução do ruído na fonte, o planeamento e gestão do território nas proximidades do aeroporto, a gestão e a restrição das operações das aeronaves.

Deste conjunto de medidas, foram já implementadas 24, estando em curso 2 medidas de aferição de ruído e 1 medida de “distinção das companhias aéreas com melhor desempenho ao nível das emissões de ruído”. Uma vez que não se detalha a forma como tal distinção será efectuada, não é possível prever se a mesma apresentará a eficácia desejada.

Estão ainda planeadas 6 outras medidas de minimização do ruído, das quais 2 medidas são essencialmente de carácter político, incluindo o “encorajamento das políticas de alargamento da área do aeroporto fora da zona da Portela de Sacavém” e a “sensibilização das companhias de navegação aérea para a adopção de procedimentos tendentes a minimizar a geração de ruído, [desencorajando-se a] utilização dos tipos de aeronaves mais ruidosos”. Mais uma vez, sem o adequado detalhe destas medidas, é difícil prever o grau de eficácia das mesmas.

As restantes 4 medidas aplicam-se ao nível dos receptores sensíveis. Deste último conjunto de medidas, 3 enquadram-se no âmbito da avaliação dos efeitos do ruído junto das populações afectadas:

- “Desenvolvimento de estratégia e instrumentos de comunicação/informação às populações e ao público em geral, relativamente às acções e medidas existentes e/ou planeadas, no âmbito da gestão do ruído gerado pela operação da infra-estrutura aeroportuária”;
- “Estabelecimento de [um] procedimento optimizado de gestão de reclamações de ruído”;
- “Realização de inquéritos às populações residentes nas áreas vizinhas do aeroporto, com a consequente análise dos resultados e correlação com os dados acústicos (mapas de ruído) e de eventuais reclamações”.

Estas medidas são relevantes desde que sejam suficientemente abrangentes e inclusivas nos territórios a cobrir. No entanto, só por si, não permitem mitigar o ruído nem os seus efeitos nos moradores.

Finalmente, está planeada a “adopção e instalação das soluções de redução de ruído local nos edifícios identificados com usos sensíveis ao ruído e com mais exposição a este, no quadrante Sul do aeroporto (fase piloto)”, cobrindo na cidade Lisboa uma parte do bairro de Alvalade, Campo Grande e Cidade Universitária, até à Avenida Álvaro Pais. Tendo em conta que, de acordo com dados de 2016 fornecidos pela ANA [1], 97,9% das operações ocorre nas pistas 03 (70,5% do total de operações) e 21 (27,4% do total de operações), correspondentes, respectivamente, às orientações magnéticas de 28° e 208°, é possível estimar que cerca de dois terços das operações afectam directamente o concelho de Loures, no quadrante Norte do aeroporto. Nestas condições, justifica-se avaliar as condições de exposição ao ruído de tráfego aéreo dos edifícios com usos sensíveis, como habitações, escolas e unidades de saúde, localizados nas imediações do aeroporto, nomeadamente nas freguesias de Sacavém-Prior Velho, Camarate-Unhos-Apelação e até de Santa Iria da Azóia-S. João da Talha-Bobadela. Note-se que a área de intervenção do PAGRR foi delimitada, de acordo o RGR - Regulamento Geral do Ruído [3], pelas curvas isofónicas de 65 dB(A) para o indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno,  $L_{den}$ , e de 55 dB(A) para o indicador de ruído nocturno,  $L_n$ . No entanto, os mapas de ruído disponíveis [4] apresentam um conjunto de zonas sensíveis e mistas afectadas onde estes limites são excedidos. Adicionalmente, existem ainda zonas sensíveis e até zonas mistas que, apesar desta classificação, correspondem maioritariamente a zonas habitacionais, nas quais estes níveis sonoros podem ser considerados ainda muito elevados, principalmente quando se considera o contínuo aumento do tráfego aéreo, mesmo incluindo as medidas de mitigação do ruído na fonte, as quais têm sido significativas na última década.

As intervenções previstas no PAGRR para protecção adicional dos edifícios correspondem ao “reforço do isolamento sonoro de fachadas, especialmente [nas zonas de menor] isolamento sonoro, como é o caso dos panos envidraçados”, e apenas nos elementos de fachada “de divisões com usos sensíveis, nomeadamente quartos ou salas de estar em habitações, salas de aula ou [...] de reunião em escolas [e] salas com utilização clínica ou de internamento em espaços hospitalares”. Não devem, contudo, ser descurados os casos de transmissão sonora pela cobertura, principalmente em edifícios mais antigos.

Com base nestas considerações, no presente relatório são identificadas as zonas do concelho de Loures mais afectadas pelo ruído de tráfego aéreo decorrente da exploração do Aeroporto Humberto Delgado, as quais são caracterizadas, com base nos mapas de ruído disponíveis, em termos de exposição ao ruído, e, com base num levantamento visual e em informação recolhida nos Arquivos Municipais, em termos de tipologias construtivas. Esta caracterização permite definir um conjunto de requisitos de isolamento sonoro a aplicar aos edifícios de modo a cumprir as exigências de conforto interior. A abordagem seguida baseou-se nalguns trabalhos de carácter similar realizados em outros aeroportos [5-7].

### 3. IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS CRÍTICAS

Com base nas propostas de Schultz [8-10] e de outros autores [11] para a relação entre o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A dia-noite,  $L_{dn}$ , e a percentagem de indivíduos muito incomodados, é possível considerar com alguma margem de segurança, e apesar da elevada dispersão associada às diversas propostas, que uma exposição ao ruído de tráfego aéreo caracterizada por  $L_{dn}$  superior ou igual a 75 dB(A) conduzirá a uma percentagem de 50% ou mais de indivíduos muito incomodados. Para níveis  $L_{dn}$  superiores ou iguais a 65 dB(A), é provável que cerca de um terço dos indivíduos expostos ao ruído apresentem elevado grau de incomodidade. O nível  $L_{dn}$  é dado por [12]

$$L_{dn} = 10 \log_{10} \left[ \frac{15 \times 10^{L_d/10} + 9 \times 10^{(L_n+10)/10}}{24} \right] \text{ dB(A)}, \quad (1)$$

onde  $L_d$  é o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A medido no período diurno, entre as 07h00 e as 22h00, e  $L_n$  é o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A medido no período nocturno, entre as 22h00 e as 07h00.

Na Europa, o critério de avaliação do ruído é similar, mas inclui o período do entardecer (estabelecido, em Portugal, entre as 20h00 e as 23h00) com uma penalização de 5 dB(A) [3]:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left[ \frac{13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{(L_e+5)/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10}}{24} \right] \text{ dB(A)}, \quad (2)$$

onde  $L_e$  é o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A medido no período do entardecer.

Com base nas considerações acima, é razoável estimar-se uma percentagem entre 25% e 30% de indivíduos muito incomodados pela exposição ao ruído de tráfego aéreo para níveis  $L_{den}$  superiores ou iguais a 65 dB(A), que constitui o critério regulamentar [3].

A aplicação de tal critério no concelho de Loures conduz à identificação das seguintes zonas críticas (ver Anexo 1):

- Freguesia de Sacavém-Prior Velho (SPV):
  - SPV.1: Figo Maduro:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - SPV.2: Prior Velho Ocidental:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - SPV.3: Entre bairros S.<sup>to</sup> António e S. João:  $L_{den}=65-70$  dB(A);  $L_n=55-60$  dB(A).
- Freguesia de Camarate-Unhos-Apelação (CUA):
  - CUA.1: Bairro de S. Francisco:  $L_{den}=65-70$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.2: Bairro de Santo António:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.3: Bairro Quinta das Loureiras:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.4: Entre bairros S.<sup>to</sup> António e S. João:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.5: Centro de Camarate:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.6: Camarate:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.7: Quinta de Santa Maria:  $L_{den}=65-70$  dB(A);  $L_n=55-60$  dB(A);
  - CUA.8: Bairro CAR:  $L_{den}=70-75$  dB(A);  $L_n=60-65$  dB(A);
  - CUA.9: Bairros CAR Norte e Santiago Norte:  $L_{den}=65-70$  dB(A);  $L_n=55-60$  dB(A);
  - CUA.10: Catujal:  $L_{den}=65-70$  dB(A);  $L_n=55-60$  dB(A).

No Quadro 1 são apresentadas as diferentes zonas críticas com os indicadores de ruído e zonamento acústico respectivos. Apresenta-se uma escala de cores para avaliação do desvio entre os valores dos indicadores de ruído indicados no mapa de ruído e os valores limite regulamentares:  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A).

Quadro 1 – Caracterização de zonas críticas:  $L_{den} > 65$  dB(A) e  $L_n > 55$  dB(A).

Zonamento acústico	Zona	$L_{den}$ [dB(A)]	$L_n$ [dB(A)]	Classificação
Zona sensível	SPV.2	70-75	60-65	Muitíssimo crítico
	CUA.5	70-75	60-65	
	CUA.7	65-70	55-60	Muito Crítico
	CUA.9	65-70	55-60	
Zona mista	CUA.1	65-70	60-65	Crítico a muito crítico
	SPV.1	70-75	60-65	Muito crítico
	CUA.2	70-75	60-65	
	CUA.3	70-75	60-65	
	CUA.4	70-75	60-65	
	CUA.5	70-75	60-65	
	CUA.6	70-75	60-65	
	CUA.8	70-75	60-65	
	SPV.3	65-70	55-60	Crítico
	CUA.10	65-70	55-60	

Apesar de o RGR considerar o mesmo limite para zonas mistas ou sensíveis na proximidade de aeroportos, é possível assumir que, sendo excedidos os limites regulamentares, tal será, do ponto de vista qualitativo, mais crítico nas zonas sensíveis do que nas zonas mistas. Assim, podem ser identificadas zonas sensíveis ou zonas mistas maioritariamente residenciais onde, senão cumpridos os limites regulamentares, poderão ser detectadas situações de incómodo junto dos moradores:

- Freguesia de Sacavém-Prior Velho (SPV):
  - SPV.4: Urb. Terraço Ponte I/Q.<sup>ta</sup> do Mocho:  $L_{den}=60-65$  dB(A);  $L_n=50-55$  dB(A);
- Freguesia de Camarate-Unhos-Apelação (CUA):
  - CUA.11: Catujal Oriental:  $L_{den}=60-65$  dB(A);  $L_n=50-55$  dB(A);
- Freguesia de Santa Iria da Azóia-S. João da Talha-Bobadela (SIASJTB):
  - SIASJTB.1: Bairros de Vale da Figueira, Vista Alegre, das Maroitas e Portela da Azóia:  $L_{den}=60-65$  dB(A);  $L_n=50-55$  dB(A).

No Quadro 2 são apresentadas as estas zonas de potencial incómodo com os indicadores de ruído e zonamento acústico respectivos. Apresenta-se também uma escala de cores para

avaliação do desvio entre os valores dos indicadores de ruído indicados no mapa de ruído e os valores limite regulamentares:  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A).

Quadro 2 – Caracterização de zonas de potencial incómodo.

Zonamento acústico	Zona	$L_{den}$ [dB(A)]	$L_n$ [dB(A)]	Classificação
Zona sensível	SPV.4	60-65	50-55	Probabilidade moderada
	CUA.11	60-65	50-55	
Zona mista	SIASJTB.1	60-65	50-55	Probabilidade reduzida

Considerando que para este tipo de exposição sonora, os níveis sonoros contínuos equivalentes no período diurno e do entardecer são semelhantes, é possível determinar os níveis sonoros contínuos equivalentes no período diurno. No Quadro 3 são apresentados os valores máximos obtidos para cada zona.

Quadro 3 – Estimativa de  $L_d$ .

Zona	$L_{den}$ [dB(A)]	$L_n$ [dB(A)]	$L_d$ [dB(A)]
SPV.1	75	65	74
SPV.2	75	65	74
SPV.3	70	60	69
SPV.4	65	55	64
CUA.1	70	65	58
CUA.2	75	65	74
CUA.3	75	65	74
CUA.4	75	65	74
CUA.5	75	65	74
CUA.6	75	65	74
CUA.7	70	60	69
CUA.8	75	65	74
CUA.9	70	60	69
CUA.10	70	60	69
CUA.11	65	55	64
SIASJTB.1	65	55	64

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DOS ESPECTROS DE NÍVEL SONORO NO EXTERIOR

Na Figura 1 apresenta-se a dispersão e o valor médio do espectro do ruído de tráfego aéreo, obtido com base em medições de diversos autores, incluindo operações de aterragem e descolagem, as quais são normalmente mais ruidosas [5, 11, 13, 14]. Observa-se que a variabilidade é elevada, mas a forma do espectro está bem definida, o que permite avaliar os espectros de nível sonoro nas imediações do aeroporto a partir de valores únicos em dB(A).

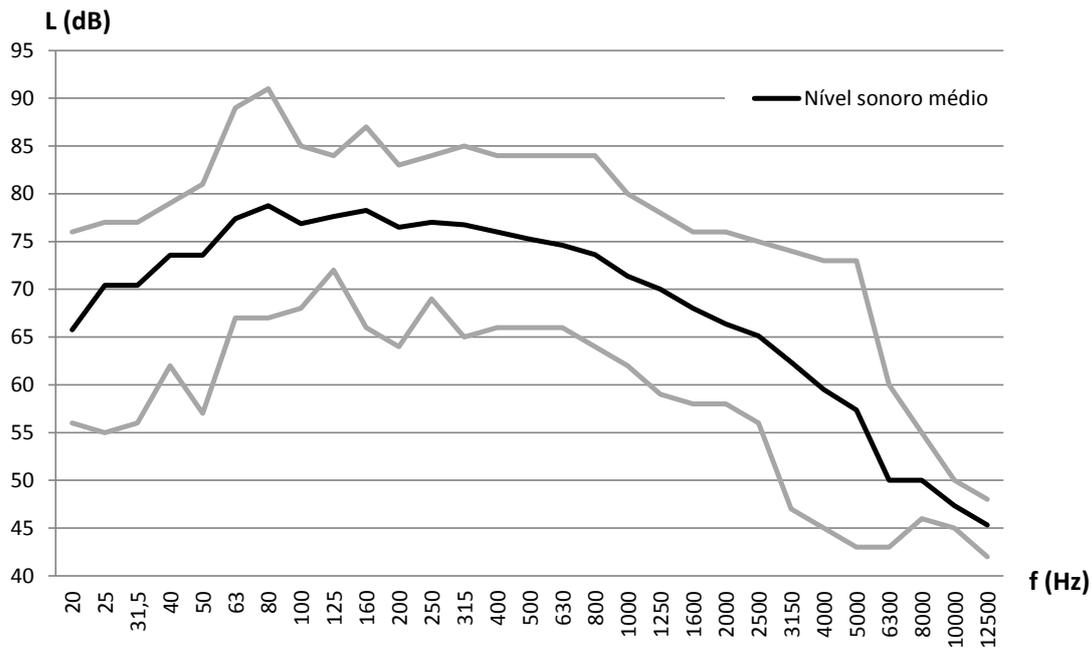


Figura 1 – Média e variação dos espectros de níveis sonoros correspondentes às operações de aterragem e descolagem de aeronaves em aeroportos [5, 11, 13, 14].

Com base na forma do espectro médio da Figura 1, construíram-se espectros típicos do nível sonoro, em dB, no exterior, correspondentes aos valores máximos dos níveis sonoros contínuos equivalentes ponderados A indicados no Quadro 3 para cada período do dia.

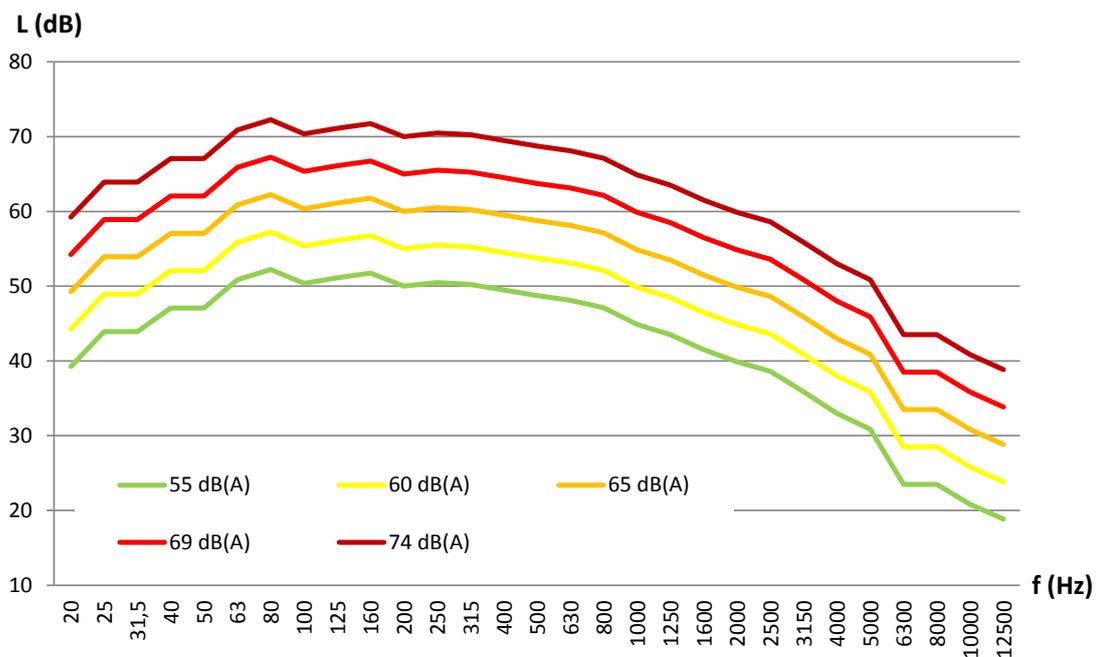


Figura 2 – Espectros típicos do nível sonoro, em dB, no exterior, correspondentes aos valores máximos dos níveis sonoros contínuos equivalentes ponderados A registados.

## 5. ÍNDICES MÍNIMOS DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

Com base no método de ponderação do valor único do isolamento a sons aéreos constante da norma EN ISO 717-1 [15], estabeleceram-se, tendo em conta os limites definidos no RGR [3], os índices de isolamento a sons aéreos a respeitar pelas fachadas e coberturas dos edifícios em função do nível sonoro contínuo equivalente ponderado registado no exterior. Os índices de isolamento sonoro foram estabelecidos com base em curvas padrão de avaliação do ruído em espaços fechados [16] tendo em conta penalizações devidas ao conteúdo energético de baixa frequência e com base nos correspondentes valores equivalentes ponderados A [17], os quais se apresentam no Quadro 4.

Quadro 4 – Valores mínimos dos índices de isolamento a sons aéreos em função do nível de exposição sonora exterior e do tipo de espaço a proteger.

Uso	Tipo de espaço fechado	L <sub>A</sub> [dB(A)]	L <sub>ext</sub> =55 dB(A)	L <sub>ext</sub> =60 dB(A)	L <sub>ext</sub> =64 dB(A)	L <sub>ext</sub> =69 dB(A)	L <sub>ext</sub> =74 dB(A)
			D <sub>2m,nT,w</sub> [dB]				
Hospitalar	Departamentos, enfermarias e centros cirúrgicos	35	33	33	38	44	49
	Laboratórios e zonas públicas	40	33	33	33	38	44
Escolar	Bibliotecas, salas de música e salas de descanso	35	33	33	38	44	49
	Salas de aula e laboratórios	40	33	33	33	38	44
Residencial	Quartos	35	33	33	38	44	49
	Salas de estar	40	33	33	33	38	44
Turístico (hotéis)	Apartamentos	35	33	33	38	44	49
	Restaurantes e salas de estar	40	33	33	33	38	44

No Quadro 5 apresentam-se os valores mínimos do índice de isolamento a sons aéreos, D<sub>2m,nT,w</sub> (dB), para cada uma das zonas afectadas identificadas na secção 3 em função do tipo de espaço a proteger de acordo com o Quadro 4, considerando-se espaços mais exigentes com L<sub>A</sub>=35 dB(A) e espaços menos exigentes com L<sub>A</sub>=40 dB(A). O Quadro 5 mostra que as fachadas ou coberturas dos espaços como enfermarias ou centros cirúrgicos, em hospitais, bibliotecas e salas de educação musical, em escolas, e quartos em edifícios residenciais e hotéis, requerem níveis de isolamento sonoro superiores aos definidos na regulamentação em vigor [3]. Para espaços de menor exigência, os índices de isolamento sonoro preconizados na regulamentação

são suficientes apenas em 25% das zonas identificadas. Nestes espaços, o acréscimo máximo de isolamento sonoro é de 9 dB, no entanto, não há garantia de que o índice de isolamento sonoro das fachadas e coberturas de edifícios anteriores ao séc. XXI cumpram os actuais requisitos regulamentares.

Quadro 5 – Valores mínimos do índice de isolamento a sons aéreos,  $D_{2m,nT,w}$  (dB), por zona afectada e por tipo de espaço, considerando-se espaços com  $L_A=35$  dB(A) ou com  $L_A=40$  dB(A).

Zona	$L_{ext}$ [dB(A)]	$L_A=35$ [dB(A)]	$L_A=40$ [dB(A)]
SPV.1	74	49	44
SPV.2	74	49	44
SPV.3	69	44	38
SPV.4	64	38	33
CUA.1	65	39	33
CUA.2	74	49	44
CUA.3	74	49	44
CUA.4	74	49	44
CUA.5	74	49	44
CUA.6	74	49	44
CUA.7	69	44	38
CUA.8	74	49	44
CUA.9	69	44	38
CUA.10	69	44	38
CUA.11	64	38	33
SIASJTB.1	64	38	33

## 6. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFICADO

A caracterização do edificado das zonas afectadas foi efectuada com base no CENSOS 2011 [18] e em informação cedida pela Câmara Municipal de Loures.

No Quadro 6 apresenta-se o número de edifícios, alojamentos e residentes nas zonas afectadas distribuídos por freguesias. O total de 8203 edifícios decompõe-se da seguinte forma:

- Edifícios de uso exclusivamente habitacional: 7278;
- Edifícios de uso maioritariamente habitacional: 804;
- Edifícios de uso maioritariamente não habitacional (comércio, serviços, etc...): 39.

Observa-se que a quase totalidade dos edifícios nas zonas consideradas é maioritariamente habitacional, o que justifica a inclusão na secção 3 de zonas que, não estando em

incumprimento dos limites de nível sonoro, correspondem a situações de potencial incómodo para os moradores (Quadro 2).

Quadro 6 - Número de edifícios, alojamentos e residentes nas zonas afectadas distribuídos por freguesias.

Freguesia		Edifícios	Alojamentos	Residentes
SVP	Sacavém	117	867	2910
	Prior velho	461	3175	6695
CUA	Camarate	1800	4737	10079
	Unhos	1894	3710	8082
	Apelação	243	695	1450
SIASJTB	Santa Iria da Azóia	1822	3060	6679
	São João da Talha	1866	3803	8704
<b>Totais</b>		<b>8203</b>	<b>20047</b>	<b>44599</b>

Os edifícios distribuem-se por 6 épocas de construção de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7 – Distribuição dos edifícios por época de construção.

Época de construção	Número de edifícios
Até 1919	75
1919 - 1960	780
1961 - 1980	3971
1981 - 1990	1579
1991 - 2000	1029
2001 - 2011	730
Sem dados disponíveis	39
<b>Totais</b>	<b>8203</b>

No Anexo 2.3 é apresentada a distribuição de todos os edifícios nas zonas afectadas por época de construção. Adoptou-se, no entanto, uma distribuição diferente da do Quadro 7.

De acordo com o Quadro 8, conclui-se que a grande maioria dos edifícios (90%) apresenta 3 pisos ou menos.

No que se refere às tipologias construtivas, observa-se que a maioria dos edifícios apresenta estrutura de betão armado (76,6%). Existem 1817 edifícios (22,2% do total) com estrutura em alvenaria resistente, dos quais apenas 239 apresentam pavimento em betão armado (“placa”), tendo os restantes pavimento de madeira. A cobertura é, em 96,0% dos casos inclinada e revestida a telha ou outro material. As fachadas são, em 89,8% dos casos, rebocadas e pintadas.

Quadro 8 – Distribuição dos edifícios das zonas afectadas por número de pisos.

Número de pisos	Número de edifícios
1	2989
2	3362
3	1031
4	435
5	178
6	78
7	38
8	27
9	20
10	2
11	2
12	1
13	1
Sem dados disponíveis	39
<b>Totais</b>	<b>8203</b>

No Anexo 2.2 é apresentado um levantamento fotográfico para ilustração dos edifícios típicos das diferentes zonas. Foram seleccionadas 19 zonas (Anexo 2.1), as quais se relacionam com as zonas indicadas na secção 3 de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 – Correspondência entre zonas acústicas críticas e zonas de tipificação construtiva

Freguesia	Zona acústica (secção 3)	Zona construtiva (anexo 2)
Sacavém- Prior Velho	SPV.1: Figo Maduro	-
	SPV.2: Prior Velho Ocidental	8
	SPV.3: Entre bairros S. <sup>to</sup> António e S. João	-
	SPV.4: Urb. Terraço Ponte I/Q. <sup>ta</sup> do Mocho	-
Camarate- Unhos- Apelação	CUA.1: Bairro de S. Francisco	-
	CUA.2: Bairro de Santo António	-
	CUA.3: Bairro Quinta das Loureiras	-
	CUA.4: Entre bairros S. <sup>to</sup> António e S. João	-
	CUA.5: Centro de Camarate	1
	CUA.6: Camarate	2, 5
	CUA.7 Quinta de Santa Maria	-
	CUA.8: Bairro CAR	3, 4
	CUA.9 Bairros CAR Norte e Santiago Norte	-
	CUA.10 Catujal	14
CUA.11: Catujal Oriental	-	
S. <sup>ta</sup> Iria Azóia- S. João Talha- Bobadela	SIASJTB.1: Bairros de Vale da Figueira, Vista Alegre, das Maroitas e Portela da Azóia	18

As zonas: 6 e 7, no Prior Velho; 9, na Quinta Nova; 10 e 11, no Bairro dos Frades; 12, no Catujal; 13, em Unhos; 15, no Bairro da Fraternidade; 16 e 17 no Vale de Figueira; e 19 na Portela da Azóia; não se situam nas zonas críticas identificadas na secção 3 do ponto de vista acústico, mas são representativas das tipologias construtivas das zonas acústicas mais próximas.

Os edifícios tipificados mais antigos (1946-1960) surgem em Camarate nas zonas CUA.6 (edifícios de 2 pisos) e CUA.8 (edifícios de 1 a 3 pisos). Estes edifícios apresentam paredes de alvenaria simples com envidraçados simples em caixilharia original de madeira sem caixa de estore. Nalguns casos, já foram efectuadas alterações de caixilharias e foram introduzidas caixas de estore, em geral pelo exterior. Neste tipo de edifícios, as paredes de alvenaria têm, em geral, massa elevada, mas, por vezes apresentam pequena espessura, em particular sob os vãos envidraçados, pelo que o isolamento sonoro da parte opaca poderá rondar 50 dB. Assim, para se obterem os índices de isolamento de 44 ou 49 dB indicados no Quadro 5 para a fachada incluindo vãos, será necessário reforçar o isolamento acústico dos vãos envidraçados e, eventualmente, da parte opaca sob os vãos. Nos casos em que a cobertura é de telha sobre estrutura leve com forro leve deverá ser previsto igualmente o reforço do isolamento acústico.

Na zona CUA.10 (Catujal) existem edifícios do período (1961-1970) com 1 a 3 pisos, os quais apresentam alvenarias mais leves e vãos maiores, o que reduz o isolamento sonoro das fachadas. Considera-se que a intervenção ao nível dos envidraçados deverá ser suficiente para satisfazer os limites de 38 ou 44 dB indicados no Quadro 5.

Nas zonas SPV.2 (Prior Velho Ocidental), CUA.5 (Centro de Camarate), CUA.6 (Camarate) e SIASJTB.1 (Santa Iria da Azóia) existem edifícios do período 1971-1980, com 2 a 8 pisos. Estes edifícios podem já apresentar parede dupla de alvenaria, mas apresentam vãos grandes com caixilharias de correr, vidro simples e caixas de estore interior que fragilizam o isolamento sonoro das fachadas. Nestes casos, a intervenção nos envidraçados será suficiente no caso da zona SIASJTB.1 com limites de isolamento sonoro indicados no Quadro 5 de 33 e 38 dB. Nos restantes casos, a dimensão dos vãos e a presença de caixas de estore tornará mais difícil satisfazer os limites de 44 e 49 dB indicados no Quadro 5. No entanto, a presença de varandas tem um efeito favorável que deverá ser contabilizado. Nestes casos, em geral as coberturas apresentam laje de esteira em betão armado, o que permitirá satisfazer os limites de isolamento sonoro propostos no Quadro 5.

No Bairro CAR, em Camarate (zona CUA.8), existem edifícios posteriores a 2006 com 4 pisos, os quais apresentam alvenarias duplas e caixilharia metálica ou de PVC com vidro duplo. A presença de caixas de estore interiores pode, no entanto, constituir uma área frágil do ponto de vista do isolamento sonoro. Neste caso, a intervenção pode ser efectuada, tendo em conta a orientação da fachada e a presença de varandas, apenas nos envidraçados e nas caixas de estore, mas tal dependerá da dimensão dos vãos. As coberturas são em geral em terraço sobre laje de betão armado, o que deverá garantir o nível de isolamento sonoro pretendido.

## **7. CONCLUSÕES**

No presente relatório foram avaliadas as medidas previstas no Plano de Acções de Gestão e Redução de Ruído proposto para o Aeroporto Internacional Humberto Delgado, com particular relevo para as medidas que afectam o concelho de Loures.

Foram identificadas zonas críticas do ponto de vista da exposição ao ruído, nas quais os níveis sonoros excedem os limites regulamentares, e também zonas de potencial incomodidade dos moradores apesar do cumprimento dos limites sonoros regulamentares.

Foram propostos novos índices de isolamento sonoro a cumprir pelos edifícios nas zonas afectadas, em função do nível de exposição ao ruído de tráfego aéreo e em função do tipo de espaço fechado a proteger.

Foi caracterizado o edificado das zonas afectadas, provando-se que correspondem a áreas maioritariamente habitacionais. Foi efectuada uma distribuição do edificado por zonas e por épocas construtivas, o que permitiu identificar as formas de intervenção mais adequadas de modo a cumprir os índices de isolamento a sons aéreos propostos nas zonas afectadas.

A definição das soluções de reforço do isolamento acústico deverá, no entanto, ser efectuada caso a caso, em virtude das particularidades de cada edifício.

Propõe-se assim a elaboração de uma norma municipal que especifique os índices de isolamento a sons aéreos a observar em fachadas e coberturas nas zonas afectadas pelo ruído de tráfego aéreo decorrente da exploração do Aeroporto Humberto Delgado. Os índices de isolamento sonoro serão necessariamente mais gravosos do que os do Regulamento Geral do Ruído [3] e dependerão da função do espaço fechado a proteger e da localização específica do edifício. Estes índices poderão ser aplicados não apenas em projectos de reforço do isolamento sonoro mas também em projectos de condicionamento acústico de novos edifícios a inserir nas zonas afectadas.

Lisboa, 16 de Março de 2018

Prof. Albano Neves e Sousa

(Professor Auxiliar do Instituto Superior Técnico, UL-IST-DECivil)

## **8. REFERÊNCIAS**

- [1] ANA, Aeroportos de Portugal, S.A.: Plano de Acções de Gestão e Redução de Ruído – Aeroporto Humberto delgado (Lisboa) – 2018-2013

- [2] International Civil Aviation Organization (ICAO) – Environmental Protection – Aircraft Noise: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise.aspx> (consulta de 15/03/2018)
- [3] Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional: Decreto-Lei n.º 9/2007 – Regulamento Geral do Ruído, Diário da República, 1ª série, n.º 12, 17 de Janeiro de 2007
- [4] Câmara Municipal de Loures, ADIST – Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior Técnico, IST - Instituto Superior Técnico (2015): Actualização da Carta de Ruído Prospectiva do Município de Loures no Âmbito do Processo de Revisão do Plano Director Municipal de Loures
- [5] J.S. Bradley (1998): Insulating buildings against aircraft noise: A review, NRC-CNRC - National Research Council Canada, Report IRC-IR-760
- [6] CMHC-SCHL - Canada Mortgage and Housing Corporation (1981): New housing and airport noise, prepared with the Division of Building Research of NRC-CNRC
- [7] Metropolitan Council (2006): Builders Guide – Mitigating aircraft noise in new residential construction, Minnesota, USA
- [8] T.J. Schultz (1978): Synthesis of social surveys on noise annoyance, The Journal of the Acoustical Society of America 64(2), pp. 377-405
- [9] S. Fidell, D.S. Barber, T.J. Schultz (1991): Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise, The Journal of the Acoustical Society of America 89(1), pp. 221-233
- [10] S. Fidell (2003): The Schultz curve 25 years later - A research perspective, The Journal of the Acoustical Society of America 114(6), pp. 3007-3015
- [11] M.L. Davis; S.J. Masten (2016): “Princípios de Engenharia Ambiental”, McGrawHill, 3ª edição, S. Paulo, Brasil
- [12] ANSI S3.23-1980 (1980): Sound Level Descriptors for Determination of Compatible Land Use, Acoustical Society of America, Standards Secretariat, New York, USA
- [13] G. Cesini, A. Iannotti, E. Mattei (2001): Acoustic analysis of the aircraft noise around a regional airport, Actas do 17<sup>th</sup> International Congress on Acoustics, Vol. 6: Noise, Roma, Itália
- [14] J. Pons, J.S. Santiago (1999): Normalized noise spectra of aircraft take-off and landing operations, Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)
- [15] CEN -European Committee for Standardization, EN ISO 717-1:1997 - Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation
- [16] G.C. Tocci (2000): Room Noise Criteria—The State of the Art in the Year 2000, Noise News International 8

- [17] S. Gerges (2000): Ruído – Fundamentos e Controle, 2ª edição, NR Editora, Florianópolis, SC, Brasil
- [18] Instituto Nacional de Estatística (2011): CENSOS 2011  
([http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011\\_apresentacao&xpid=CENSOS](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos2011_apresentacao&xpid=CENSOS))

## **ANEXO 1 – CARTA DE RUÍDO DE LOURES – SITUAÇÃO PROSPECTIVA (2015)**

- Anexo 1.1 – Freguesias de SPV e CUA:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.2 – Freguesias de SPV, CUA e SIASJTB:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.3 – Freguesias de CUA e SIASJTB:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.4 – Todas as freguesias:  $L_{den}$ ;
- Anexo 1.5 – Freguesias de SPV e CUA:  $L_n$ ;
- Anexo 1.6 – Freguesias de SPV, CUA e SIASJTB:  $L_n$ ;
- Anexo 1.7 – Freguesias de CUA e SIASJTB:  $L_n$ ;
- Anexo 1.8 – Todas as freguesias:  $L_n$ ;



Situação Prospetiva - Ruído\_Diurno\_Entardecer\_Nocturno (Lden15)

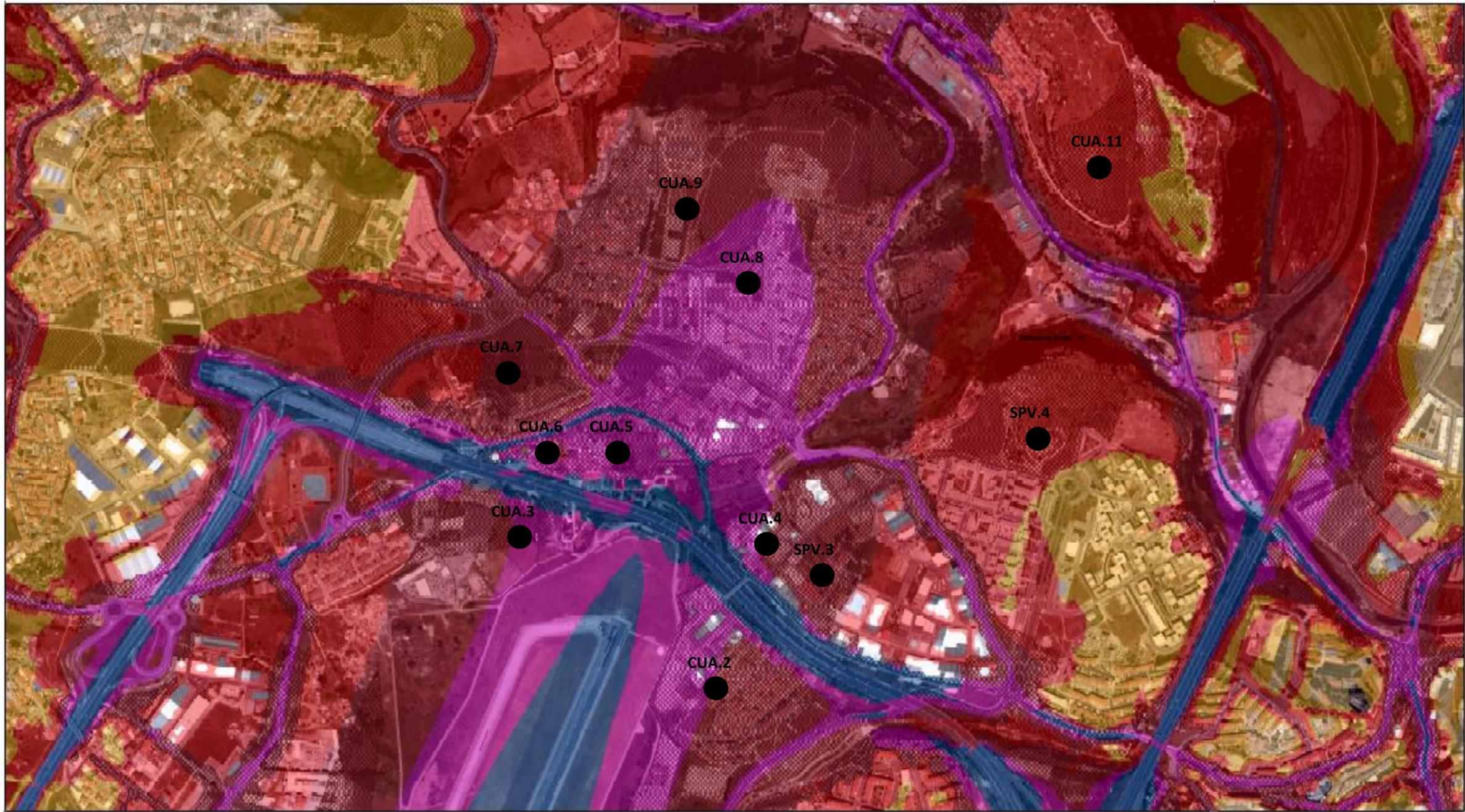
Lden\_dBA - Low, High



Escala 1:5000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



Situação Prospetiva - Ruído\_Diurno\_Entardecer\_Nocturno (Lden15)

Lden\_dBA - Low, High

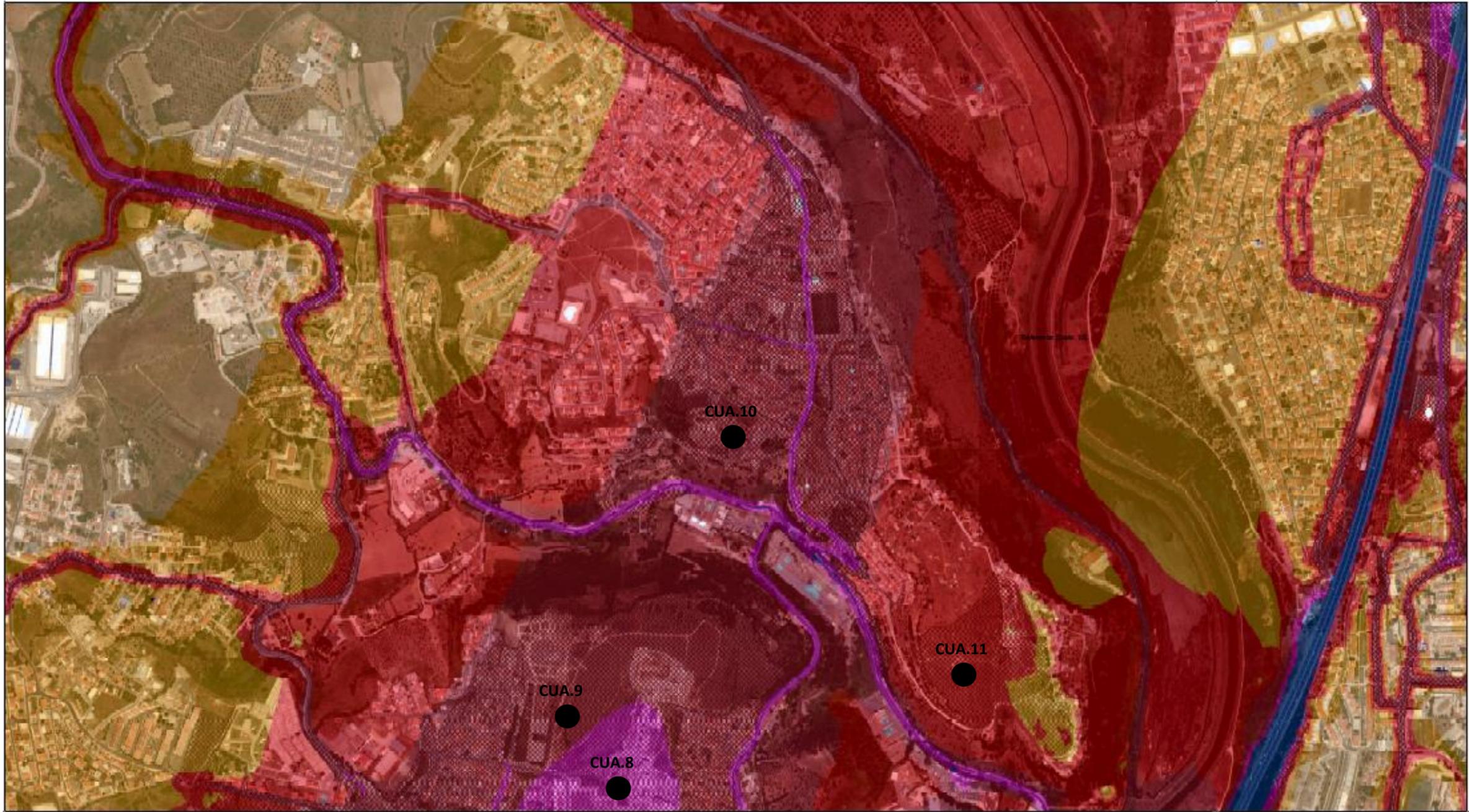
- 0 - 45
- 45 - 50
- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 100

Zonas de Conflitos (PDM Loures)

Escala 1:5000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



Situação Prospetiva - Ruído\_Diurno\_Entardecer\_Nocturno (Lden15)

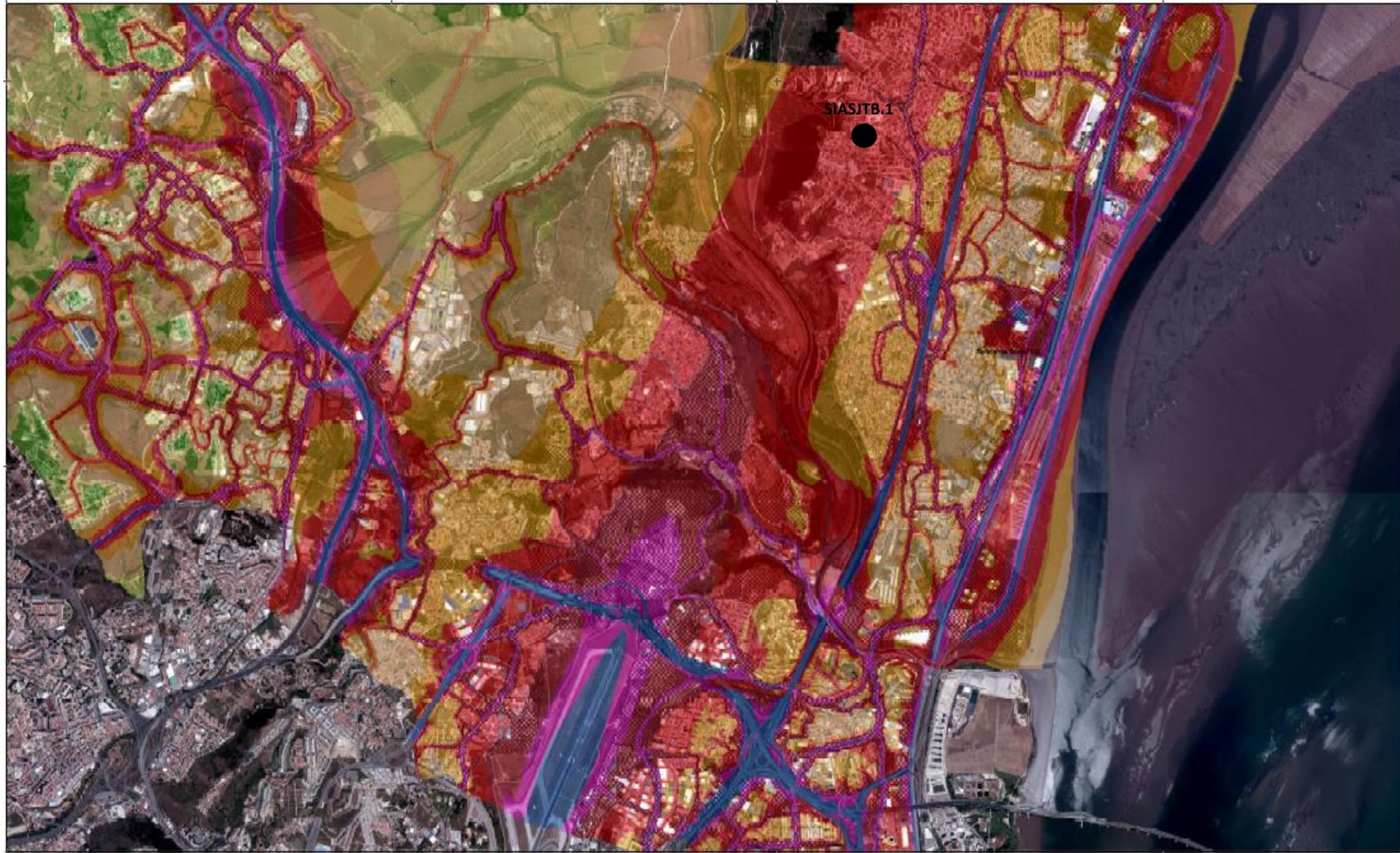
Lden\_dBA - Low, High



Escala 1:5000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



Situação Prospetiva - Ruído\_Diurno\_Entardecer\_Nocturno (Lden15)

Lden\_dBA - Low, High



Escala 1:15000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



Situação Prospetiva - Ruído\_Nocturno (Ln15)

Ln\_dBA - Low, High

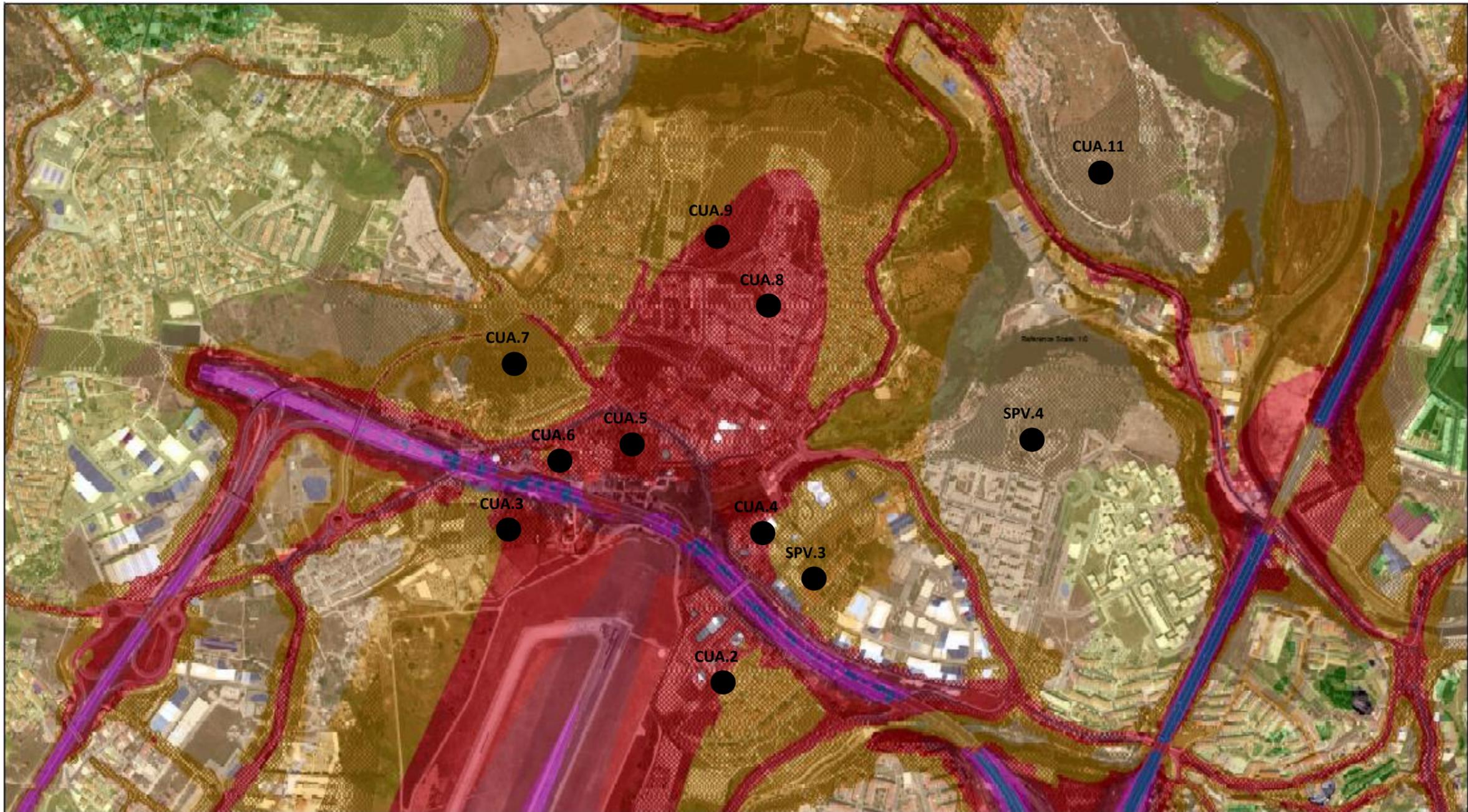
- 0 - 45
- 45 - 50
- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 100

Zonas de Conflitos (PDM Loures)

Escala 1:5000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



Situação Prospetiva - Ruído\_Nocturno (Ln15)

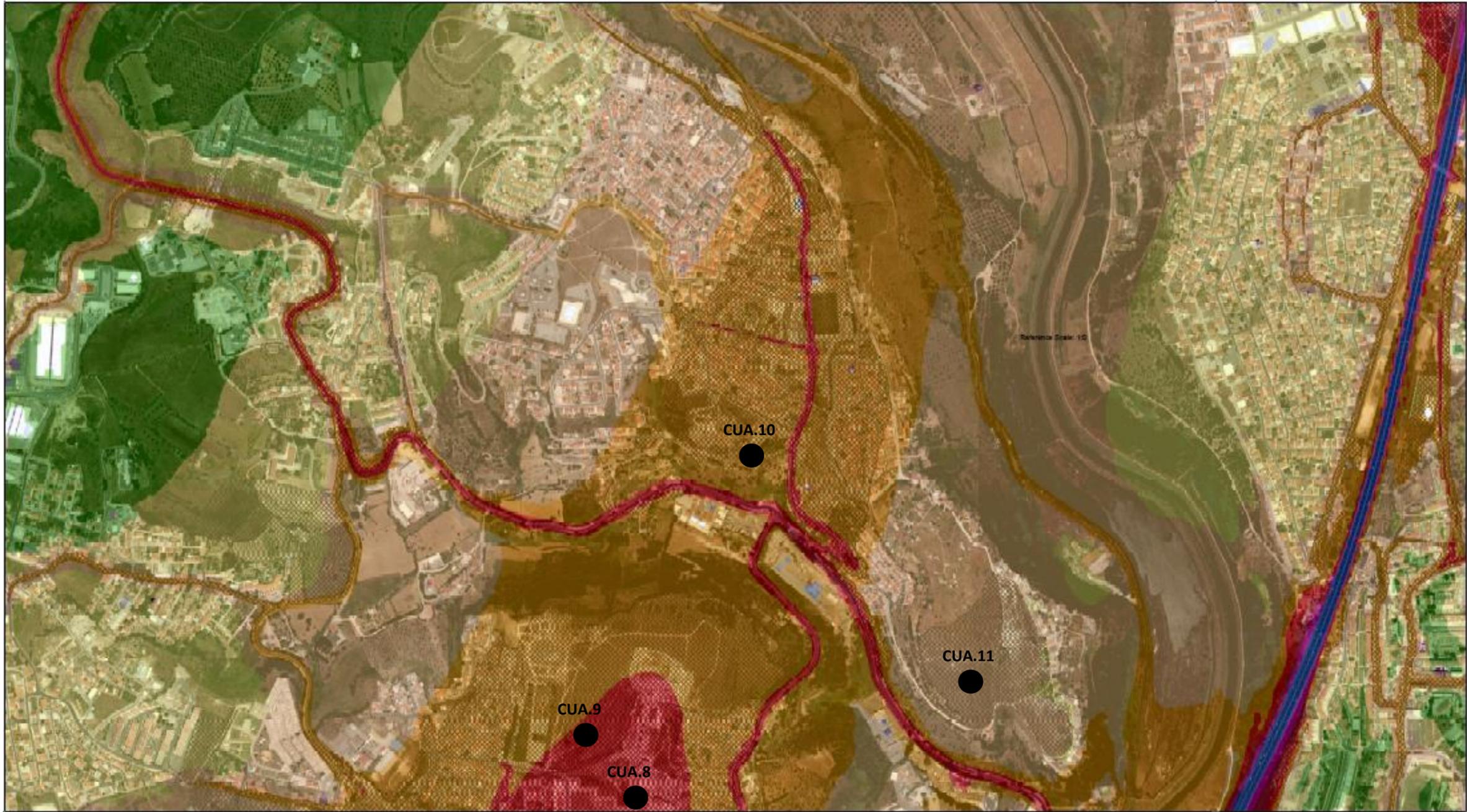
Ln\_dBA - Low, High



Escala 1:5000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



**Situação Prospetiva - Ruído\_Nocturno (Ln15)**

Ln\_dBA - Low, High

- 0 - 45
- 45 - 50
- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 100

Zonas de Conflitos (PDM Loures)

Escala 1:5000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana



Situação Prospetiva - Ruído\_Nocturno (Ln15)

Ln\_dBA - Low, High

- 0 - 45
- 45 - 50
- 50 - 55
- 55 - 60
- 60 - 65
- 65 - 70
- 70 - 75
- 75 - 100
- Zonas de Conflitos (PDM Loures)

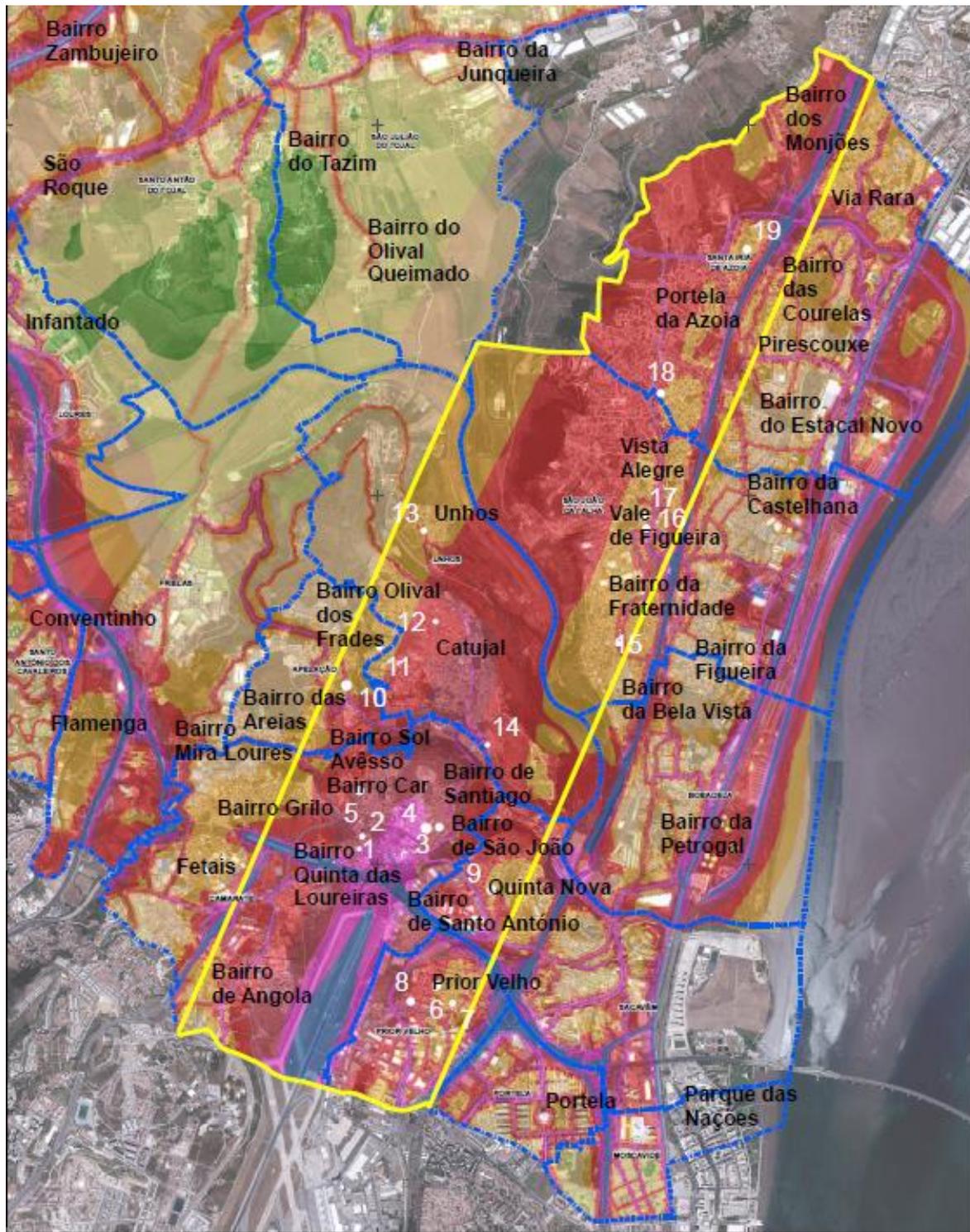
Escala 1:15000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana

## **ANEXO 2 – CARACTERIZAÇÃO DO EDIFICADO DO CONCELHO DE LOURES**

- Anexo 2.1 – Selecção de 19 zonas tipo;
- Anexo 2.2 – Levantamento fotográfico das zonas 1 a 19;
- Anexo 2.3 – Distribuição dos edifícios das zonas 1 a 19 por época de construção.



Escala 1:30000

Fonte: IST- CAPS "Carta de Ruído de Loures"

Divisão de Planeamento e Reabilitação Urbana

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONA 1**



**1 - Rua Guilherme Gomes Fernandes nº 12 – Camarate** Ano de Construção: 1971-1980



**1 - Rua Guilherme Gomes Fernandes Zona Envolvente – Camarate** Ano de Construção: 1971-1980

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONA 2**



**2 - Rua Eduardo Augusto Pinto nº 20 – Camarate Ano de Construção: 1946-1960**



**2- Rua Eduardo Augusto Pinto Zona Envolvente – Camarate Ano de Construção: 1946-1960**

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONA 3**



**3 - Rua da Liberdade nº 41 – Camarate** Ano de Construção: 1946-1960



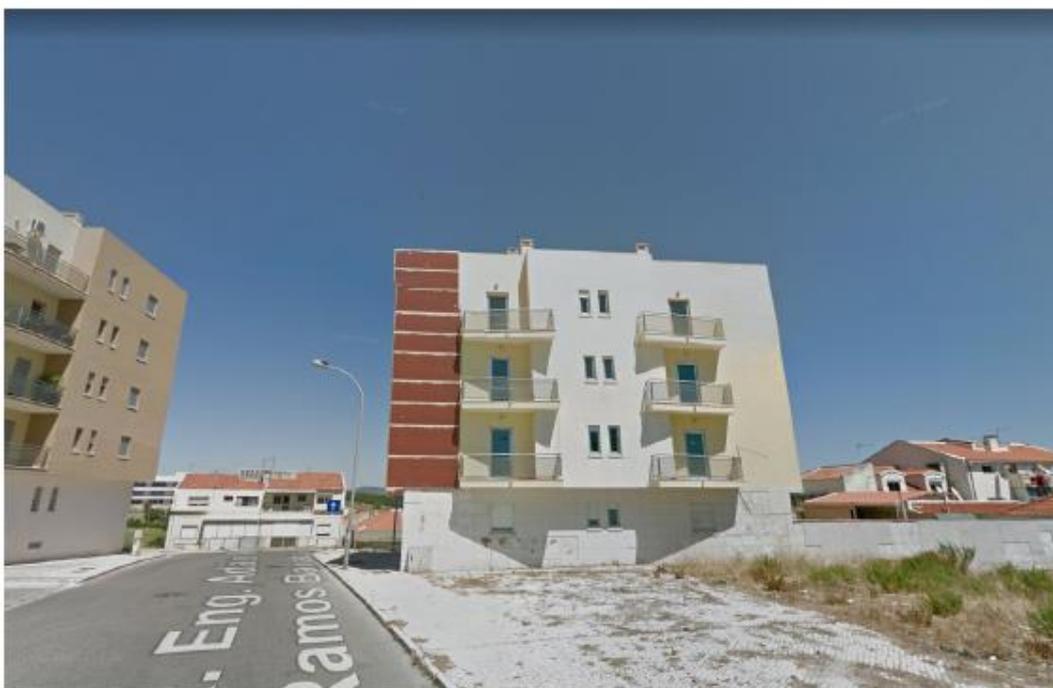
**3 - Rua da Liberdade Zona Envolvente – Camarate** Ano de Construção: 1946-1960

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONA 4**



4 - Rua Engenheiro Adão Manuel Ramos Barata lote 31 – Camarate Ano de Construção: 2006-2011



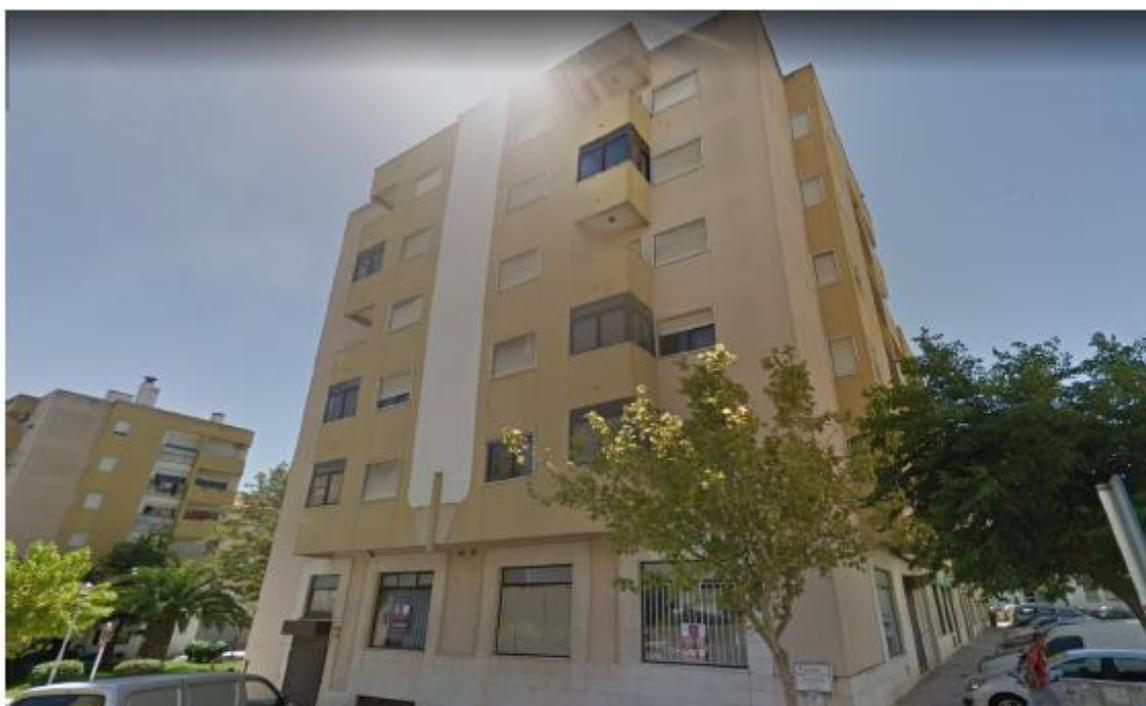
4 - Rua Engenheiro Adão Manuel Ramos Barata Zona Envolvente – Camarate  
Ano de Construção: 2006-2011

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONAS 5 e 6**



**5 – Rua Soeiro pereira Gomes nº 37 – Camarate Ano de Construção: 1971-1980**



**6 - Avenida Vasco da Gama Fernandes nº 11 – Prior Velho Ano de Construção: 1996-2000**



6 - Avenida Vasco da Gama Fernandes Zona Envolvente – Prior Velho Ano de Construção: 1996-2000

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A  
19**

**ZONAS 7 e 8**



**7 - Rua Timor nº 18 – Prior Velho** Ano de Construção 1946-1960



8 – Rua de são Tomé nº 27 – Prior Velho Ano de Construção: 1971-1980



8 – Rua de são Tomé Zona Envolvente - Prior Velho Ano de Construção: 1971-1980

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONAS 9 e 10**



**9 - Rua Agostinho Neto lote 63 – Sacavém** Ano de Construção: 1996-2000



**9 - Rua Agostinho Neto Zona Envolvente – Sacavém** Ano de Construção: 1996-2000



10 – Avenida Brasília nº 14 – Apelação Ano de construção: 1971-1980

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A  
19**

**ZONAS 11 e 12**



**11 - Rua Aquilino Ribeiro nº 43 – Apelação Ano de Construção: 1991-1995**



12 - Rua Almeida Garrett nº 14 – Unhos Ano de Construção: 1971-1980



12 - Rua Almeida Garrett Zona Envolvente – Unhos Ano de Construção: 1971-1980

ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A  
19

ZONAS 13 e 14



13 - Rua Luís de Camões nº 24 – Unhos Ano de Construção: 1961-1970



13 - Rua Luís de Camões Zona Envolvente – Unhos Ano de Construção: 1961-1970



14 – Estrada Militar 7 – **Unhos** Ano de Construção: 1961:1970

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A  
19**

**ZONAS 15 e 16**



**15 - Rua Principal lote 85 – São João da Talha Ano de Construção: 1981-1990**



16 - Rua Dom Nuno alvares Pereira nº 22 – São João da Talha Ano de Construção: 1946-1960



16 - Rua Dom Nuno alvares Pereira Zona Envolvente - São João da Talha Ano de Construção: 1946-1960

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A  
19**

**ZONAS 17 e 18**



**17 – Rua Adriano Correia de Oliveira nº 7 – São João da Talha** Ano de Construção: 1981-1990



**18 – Avenida 1º de Maio nº 94 – Santa Iria de Azoia** Ano de Construção: 1971-1980



18 – Avenida 1º de Maio Zona Envolvente – Santa Iria de Azoia Ano de Construção: 1971-1980

**ANEXO 2.2 – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DE CONSTRUÇÕES CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS 1 A**  
**19**

**ZONA 19**

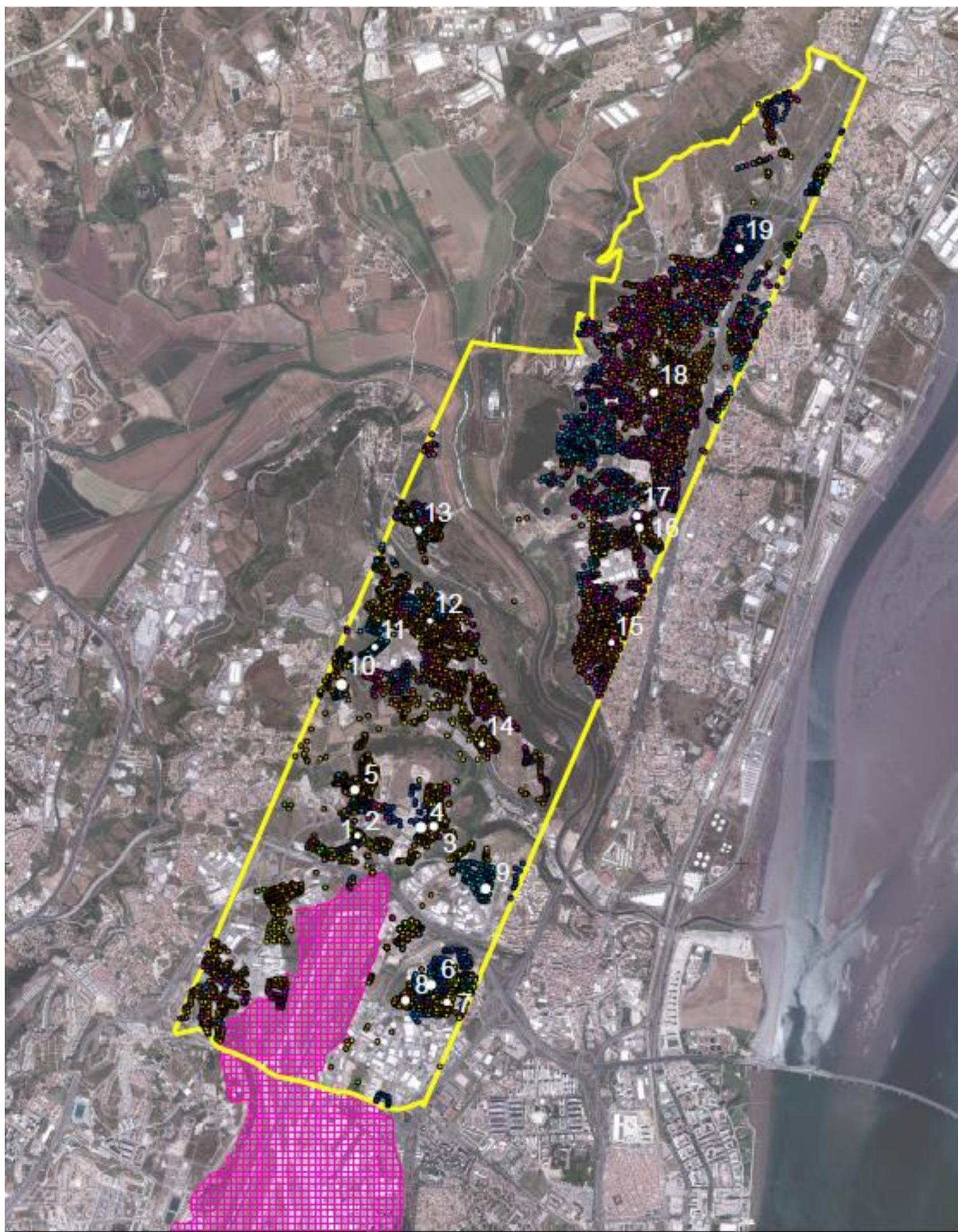


**19 – Rua do Outeiro nº 22 – Santa Iria de Azoia Ano de Construção 2001-2005**



**19 – Rua do Outeiro Zona Envolvente – Santa Iria de Azoia Ano de Construção 2001-2005**

ANEXO 2.3 – DISTRIBUIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DAS ZONAS 1 A 19 POR ÉPOCA DE CONSTRUÇÃO



**Edifício Época Construção**

- até 1919
- 1919-1960
- 1960 -1980
- 1980-1990
- 1990-2000
- >2000

-  Area Influência Aeroporto
-  Limite Actual do Aeroporto de Lisboa