



PROFICO
AMBIENTE



ESTUDO ACÚSTICO DE OPERAÇÃO DE EDIFICAÇÃO E LOTEAMENTO NO ALTO RESTELO – LISBOA

RELATÓRIO

SETEMBRO DE 2021



PROFICO AMBIENTE E ORDENAMENTO, LDA.

Morada: Rua Alfredo da Silva 11-B 1300-040 Lisboa

E-mail: ambiente@profico.pt

Tel.: (+351) 21 361 93 60

Fax: (+351) 21 361 93 69

www.proficoambiente.pt



PROFICO AMBIENTE E ORDENAMENTO, LDA.
Morada: Rua Alfredo da Silva 11-B 1300-040 Lisboa
E-mail: ambiente@profico.pt
Tel.: (+351) 21 361 93 60
Fax: (+351) 21 361 93 69
Capital social: 30 000,00 €
Contribuinte Nº: 505 198 290

COM O AMBIENTE NA LIDERANÇA

Estudos de Impacte Ambiental
Avaliação Ambiental Estratégica
Auditorias Ambientais
Gestão / Desempenho Ambiental
Acompanhamento de Obras - Ambiente e Segurança
Planos e Relatórios Ambientais de Sustentabilidade

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E LOCALIZAÇÃO	3
2. ENQUADRAMENTO E DEFINIÇÕES.....	5
2.1. REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO.....	5
2.1.1. FASE DE CONSTRUÇÃO E DESATIVAÇÃO (ATIVIDADE RUIDOSA TEMPORÁRIA)	6
2.1.2. FASE DE EXPLORAÇÃO (ATIVIDADES RUIDOSAS PERMANENTES).....	7
2.1.3. CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA DISPONÍVEL E LIMITES A CONSIDERAR	8
2.1.4. DEFINIÇÕES GERAIS.....	11
2.2. MODELO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA.....	12
2.2.1. SOFTWARE E MÉTODO	12
2.2.2. ATRIBUIÇÕES	12
2.2.3. DADOS DE EMISSÃO SONORA DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO ATUAL E FUTURO	15
2.2.4. DADOS DE TRÁFEGO DISPONÍVEIS E VARIAÇÃO EXPETÁVEL DOS NÍVEIS SONOROS ASSOCIADOS.....	17
3. NÍVEIS SONOROS DISPONÍVEIS OU PREVISTOS	26
3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
3.2. SITUAÇÃO ATUAL (MAPA DE RUÍDO MUNICIPAL)	27
3.3. SITUAÇÃO ATUAL (MAPA DE RUÍDO DESENVOLVIDO).....	30
3.4. SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA SEM CONCRETIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES (2033).....	35
3.5. SITUAÇÃO FUTURA COM CONCRETIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES (2033).....	37
4. MEDIDAS DE GESTÃO DO RUÍDO	44
4.1. FASE DE CONSTRUÇÃO E DE DESATIVAÇÃO	44
4.2. FASE DE EXPLORAÇÃO	44
5. PLANO DE MONITORIZAÇÃO	49
5.1. FASE DE CONSTRUÇÃO	49
5.2. FASE DE EXPLORAÇÃO	50
6. CONCLUSÕES	53
7. EQUIPA TÉCNICA	54
8. BIBLIOGRAFIA	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Correção segura da emissão sonora dos veículos elétricos relativamente à base de dados CNOSSOS.....	17
Tabela 2 - Dados de tráfego disponíveis (Situação Atual)	19
Tabela 3 - Dados de tráfego disponíveis para a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações.....	20
Tabela 4 - Dados de tráfego disponíveis para a Situação Futura (2033), com concretização das Operações.....	21
Tabela 5 - Variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego em cada via [Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações – Situação Atual].....	24
Tabela 6 - Variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego em cada via [Situação Futura (2033) com concretização das Operações – Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações]	25
Tabela 7 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares (Situação Atual).....	34
Tabela 8 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares [Situação de Referência (2033), sem concretização das Operações]	36
Tabela 9 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares [Situação Futura (2033) com concretização das Operações]	41
Tabela 10 - Variação dos níveis sonoros nos Recetores individualizados [Situação Futura (2033) com concretização das Operações – Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações]	42
Tabela 11 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares [Situação Futura (2033) com as medidas previstas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das operações em apreço e rede viária do Estudo de Tráfego	3
Figura 2 - Excerto do Mapa de Conflitos (L_{den}) do Plano de Ação de Ruído de Lisboa.....	9
Figura 3 - Áreas de intervenção previstas no Plano de Ação de Ruído de Lisboa	10
Figura 4 - Cartografia disponível.....	14
Figura 5 - Comparação dos dados de emissão sonora de veículos elétricos e da base de dados CNOSSOS.....	16
Figura 6 - Excerto e sobreposição do Mapa de Ruído Municipal com as operações e apreço (L_{den})..	28
Figura 7- Excerto e sobreposição do Mapa de Ruído Municipal com as operações e apreço (L_n)	29
Figura 8 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual (L_{den}).....	31
Figura 9 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual (L_n)	32
Figura 10 - Aspeto 3D do Modelo Acústico da Situação Atual (vista de norte para sul)	33
Figura 11 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com concretização das Operações (L_{den})	38
Figura 12 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com concretização das Operações (L_n).....	39
Figura 13 - Aspeto 3D do Modelo Acústico da Situação Futura (2033) com concretização das Operações (vista de norte para sul).....	40
Figura 14 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com as medidas previstas (L_{den})	45
Figura 15 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com as medidas previstas (L_n)	46
Figura 16 - Variação típica da eficácia na redução de ruído dos pavimentos com a idade.....	48
Figura 17 - Localização dos Pontos de Monitorização Contínua (PMC)	50

1. INTRODUÇÃO E LOCALIZAÇÃO

O presente Relatório Técnico corresponde a Estudo Acústico associado a operação de Edificação e Loteamento no Alto Restelo, Lisboa, com vista a determinar a conformidade com o Regulamento Geral do Ruído (RGR; Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro).

Apresenta-se na Figura 1, sobre imagem do *Bing Maps/Autocad*, a localização das operações em apreço (operação de edificação das Parcelas A e B e operação de Loteamento) sendo identificadas coordenadas geográficas de ponto próximo da Parcela B ($38^{\circ}42'41.5''\text{N}$ $9^{\circ}12'38.8''\text{W}$) e a rede viária considerada no Estudo de Tráfego e adaptada, no que concerne às rotundas existentes (ver capítulo “2.2.4 DADOS DE TRÁFEGO DISPONÍVEIS E VARIAÇÃO EXPETÁVEL DOS NÍVEIS SONOROS ASSOCIADOS”).

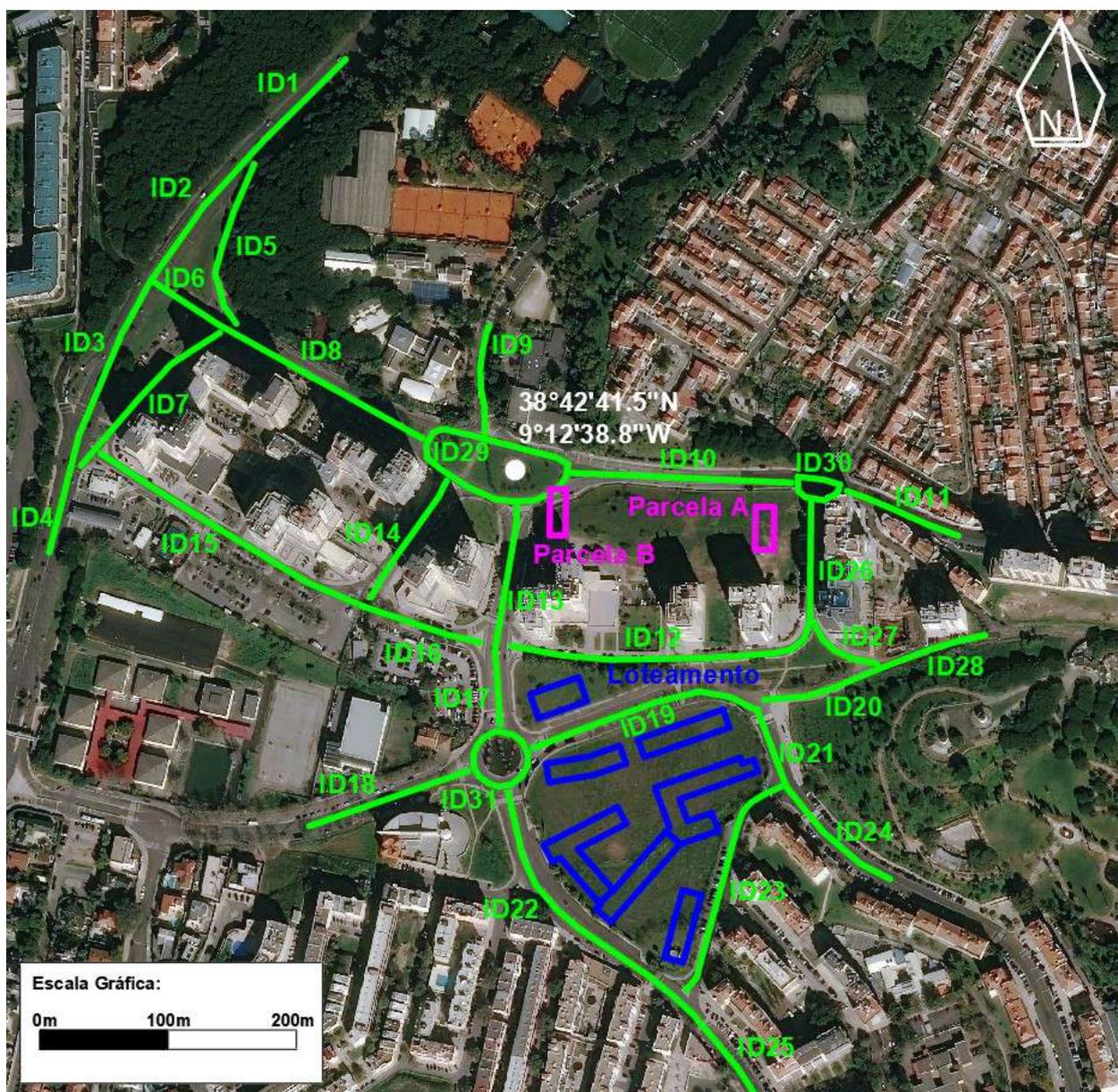


Figura 1 - Localização das operações em apreço e rede viária do Estudo de Tráfego

As operações em apreço preveem os seguintes tipos de uso:

- Parcela A e B: exclusivamente habitação.
- Loteamento: habitação, comércio, espaços verdes e equipamentos (pavilhão desportivo, creche e centro de dia).

A análise da conformidade com o RGR é efetuada através de:

1. Cálculo dos níveis sonoros, para a Situação Atual e Futura, com e sem a influência das operações, na forma geral de Mapas de Ruído e/ou em alguns Recetores individualizados, localizados quer em edifícios existentes junto à rede viária em causa quer nos novos edifícios previstos, permitindo a verificação da previsão do cumprimento ou incumprimento dos limites acústicos legais aplicáveis e a verificação da variação dos níveis sonoros entre a situação atual e as situações futuras, com e sem a concretização das operações.
2. Cálculo da variação exetável dos níveis sonoros devido especificamente à variação de tráfego em cada via, tendo em conta o tráfego previsto com e sem as operações em apreço, para determinar a influência acústica das operações em cada via.

Variações até 2 dB – valor correspondente à incerteza típica deste tipo de modelação e à variação mínima humanamente perceptível – são consideradas negligenciáveis e passíveis de serem geridas pelo Plano Municipal de Redução de Ruído geral de Lisboa, podendo não ser geridas especificamente pelo presente Estudo.

2. ENQUADRAMENTO E DEFINIÇÕES

2.1. REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO

O Regulamento Geral do Ruído (RGR) em vigor, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007 de 16 de março e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto) distingue Atividades Ruidosas Permanentes, a que se aplicam os Artigos 13.º e 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro – dentro das Atividades Ruidosas Permanentes distingue as Infraestruturas de Transporte, a que se aplica o Artigo 19.º – e Atividades Ruidosas Temporárias, a que se aplicam os Artigos 14.º e 15.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro. O Decreto-Lei n.º 9/2007 estabelece ainda, no seu n.º 6 do Artigo 12.º (*Controlo prévio das operações urbanísticas*) a proibição de implantação de novos Recetores Sensíveis enquanto houver incumprimento dos limites do Artigo 11.º, tendo em conta as exceções do n.º 7 do Artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, aplicáveis a novas habitações em Zona Urbana Consolidada.

As definições de Atividade Ruidosa Permanente, de Atividade Ruidosa Temporária, de Infraestrutura de Transporte e de Recetor Sensível, constam, respetivamente, na alínea a), b), h), q) e z) do Artigo 3.º (Definições) do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, conforme se transcreve:

“a) «Atividade ruidosa permanente» a atividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços;

b) «Atividade ruidosa temporária» a atividade que, não constituindo um ato isolado, tenha carácter não permanente e que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído tais como obras de construção civil, competições desportivas, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados;

h) «Infraestrutura de transporte» a instalação e meios destinados ao funcionamento de transporte aéreo, ferroviário ou rodoviário;

q) «Recetor sensível» o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

Face às definições, afigura-se adequado considerar que:

- As atividades da fase de construção ou desativação das Operações em análise correspondem a Atividades Ruidosas Temporárias.
- As atividades da fase de exploração das Operações correspondem a Atividades Ruidosas Permanentes; contudo, ao tráfego rodoviário gerado pela Operações na rede viária, conjugado com o tráfego próprio dessas vias, deverão ser aplicáveis os limites acústicos legais associados a infraestruturas de transporte.
- São os seguintes os tipos de uso que necessitam de verificar limites acústicos legais, por corresponderem a Recetores Sensíveis: Habitação, creche e centro de dia. Caso haja pretensão de classificação de algum dos espaços verdes como Recetor Sensível (espaço de lazer com utilização humana) o mesmo necessita de verificar limites acústicos legais.

- São os seguintes os tipos de uso que não necessitam de verificar limites acústicos legais, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, por não corresponderem a Recetores Sensíveis: Comércio e Pavilhão Desportivo. De notar que existem requisitos acústicos a verificar, para este tipo de uso, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de junho, o que deverá ser devidamente considerado no âmbito do Projeto de Condicionamento Acústico desses edifícios.

2.1.1. FASE DE CONSTRUÇÃO E DESATIVAÇÃO (ATIVIDADE RUIDOSA TEMPORÁRIA)

Em suma, para Atividades Ruidosas Temporárias (fase de construção e desativação), o Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro estabelece:

- Proibição de operação, sem Licença Especial de Ruído (LER), junto aos seguintes recetores nos seguintes horários:
 - Habitações: sábados, domingos e feriados e dias úteis das 20h às 8h;
 - Escolas: Horário de funcionamento;
 - Hospitais ou estabelecimentos similares (admite-se para um Centro de Saúde similaridade legal): todos os dias e todas as horas para o Hospital (para os Centros de Saúde admite-se dever ser, como nas Escolas: Horário de Funcionamento).
- Na ausência de quantificação no RGR para "junto" aos recetores, afigura-se adequado recorrer, a título indicativo, às distâncias constantes no Artigo 26.º do Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho¹:
 - Habitações e Escolas: 100 m;
 - Hospitais e similares (Centro de Saúde): 200 m.
- Caso seja necessário laborar nos horários proibidos "junto" aos recetores referidos, será necessário solicitar Licença Especial de Ruído (LER) à respetiva Câmara Municipal.
- Caso seja necessário laborar nesses horários e nesses locais durante mais de um mês, será necessário cumprir os seguintes limites, em cada dia, no exterior junto aos Recetores (tais limites necessitam de ser verificados em qualquer Recetor Sensível envolvente, independentemente da distância a que se encontrem; as distâncias indicativas são apenas isso: indicativas):
 - Entardecer (20h-23h): $L_{Aeq,exterior} \leq 60$ dB(A);
 - Noite (23h-7h): $L_{Aeq,exterior} \leq 55$ dB(A).
 - Na ausência de limite legal para o período diurno considera-se o seguinte limite de boa prática:
 - Dia (7h-20h): $L_{Aeq,exterior} \leq 65$ dB(A).
- O valor de L_{Aeq} deve ser representativo da média diária, e o limite deve ser cumprido em cada dia de obra, conforme n.º 6 do Artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.

¹ Esclarece-se ainda que, não sendo vinculativos, os valores do Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho, são importantes por permitirem ter uma indicação das distâncias em causa. Mesmo com a publicação do documento "Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – Harmonização da aplicação das Licenças Especiais de Ruído: Guia prático. Junho 2919", julga-se que as distâncias indicativas do Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A mantêm a sua relevância, porquanto são mais esclarecedoras/indicativas, e mais em linha com a objetividade do DL 9/0027, do que o conceito não mensurável de "audibilidade" patente no seguinte texto constante no documento referido da APA: "... não constituem atividades ruidosas temporárias ... as que estão suficientemente afastadas de recetores sensíveis a ponto de não serem aí audíveis".

Nesta fase não é possível garantir, em abstrato, a conformidade da fase de construção das Operações, com o Regulamento Geral do Ruído (RGR; Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro). Contudo, em condições normais e tendo também em conta a explicitação aqui efetuada sobre os requisitos a cumprir na fase de construção, assume-se como muito provável o efetivo cumprimento, sendo que se indicam, no capítulo “4.1 FASE DE CONSTRUÇÃO E DE DESATIVAÇÃO”, algumas medidas gerais a cumprir na fase de construção, e no capítulo “5 PLANO DE MONITORIZAÇÃO” a necessidade de monitorização dos níveis sonoros, na fase de construção.

2.1.2. FASE DE EXPLORAÇÃO (ATIVIDADES RUIDOSAS PERMANENTES)

Para Atividades Ruidosas Permanentes, que não infraestruturas de transporte, o Artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, estabelece:

- Necessidade de cumprimento do denominado Critério de Exposição Máxima [alínea a) do n.º 1 do Artigo 13.º] que corresponde a limites absolutos em função do tipo de classificação acústica (Zona Mista ou Zona Sensível; classificação da competência das Câmaras Municipais) do local. No essencial [Artigo 11.º]:
 - Zona Mista: $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.
 - Zona Sensível: $L_{den} \leq 55 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 45 \text{ dB(A)}$.
 - Os valores de L_{den} e L_n devem ser representativos da média energética anual, conforme definições dos parâmetros, constante no Artigo 3.º (Definições) do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
- Necessidade de cumprimento do denominado Critério de Incomodidade [alínea b) do n.º 1 e n.º 5 do Artigo 13.º e Anexo I] que corresponde a limites de emergência sonora relativamente ao ruído residual existente nos locais, onde D corresponde a um fator em função da percentagem de duração da atividade no período de referência em causa (n.º 2 e 3 do Anexo I):
 - Período diurno:
 - L_{Ar} (Ruído Ambiente, exterior) – L_{Aeq} (Ruído Residual, exterior) $\leq 5 \text{ dB} + D$ se L_{Ar} (Ruído Ambiente, exterior) $> 45 \text{ dB(A)}$.
 - L_{Ar} (Ruído Ambiente, interior) – L_{Aeq} (Ruído Residual, interior) $\leq 5 \text{ dB} + D$ se L_{Ar} (Ruído Ambiente, interior) $> 27 \text{ dB(A)}$.
 - Período do entardecer:
 - L_{Ar} (Ruído Ambiente, exterior) – L_{Aeq} (Ruído Residual, exterior) $\leq 4 \text{ dB} + D$ se L_{Ar} (Ruído Ambiente, exterior) $> 45 \text{ dB(A)}$.
 - L_{Ar} (Ruído Ambiente, interior) – L_{Aeq} (Ruído Residual, interior) $\leq 4 \text{ dB} + D$ se L_{Ar} (Ruído Ambiente, interior) $> 27 \text{ dB(A)}$.
 - Período noturno:
 - L_{Ar} (Ruído Ambiente, exterior) – L_{Aeq} (Ruído Residual, exterior) $\leq 3 \text{ dB} + D$ se L_{Ar} (Ruído Ambiente, exterior) $> 45 \text{ dB(A)}$.
 - L_{Ar} (Ruído Ambiente, interior) – L_{Aeq} (Ruído Residual, interior) $\leq 3 \text{ dB} + D$ se L_{Ar} (Ruído Ambiente, interior) $> 27 \text{ dB(A)}$.
 - Os valores de L_{Ar} e L_{Aeq} devem ser representativos da média energética no mês mais crítico, conforme n.º 4 do Anexo I do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.

Não se conhecem, nesta fase, atividades ruidosas permanentes, que não o tráfego rodoviário gerado, afetas às operações em apreço. Caso as mesmas venham a existir as mesmas terão de cumprir os limites acústicos legais aplicáveis.

Para o tráfego rodoviário gerado pelas Operações em apreço, o Artigo 19.º (infraestruturas de transporte) do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, estabelece a necessidade de cumprimento apenas do denominado Critério de Exposição Máxima, já apresentado.

Não sendo aplicável o denominado Critério de Incomodidade a infraestruturas de transporte, a Agência Portuguesa do Ambiente² considerou definir o seguinte Regra de Boa Prática (RBP), para infraestruturas de transporte:

- L_d (resultante) - L_d (situação de referência) ≤ 15 dB(A), de L_d (resultante) > 45 dB(A).
- L_e (resultante) - L_e (situação de referência) ≤ 15 dB(A), de L_e (resultante) > 45 dB(A).
- L_n (resultante) - L_n (situação de referência) ≤ 15 dB(A), de L_n (resultante) > 45 dB(A).
- Os valores de L_d , L_e e L_n devem ser representativos da média energética anual, conforme definições dos parâmetros, constante no Artigo 3.º (Definições) do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.

Os desenvolvimentos seguintes do presente Estudo vão centrar-se principalmente na previsão dos níveis sonoros associados ao tráfego rodoviário previsto, para a Situação Atual e para as Situações Futuras, com e sem a concretização das Operações em apreço.

2.1.3. CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA DISPONÍVEL E LIMITES A CONSIDERAR

A pesquisa efetuada revelou a existência do seguinte artigo no Regulamento do PDM de Lisboa (https://informacoeservicos.lisboa.pt/fileadmin/download_center/normativas/regulamentos/urbanismo/Regulamento_PDM.pdf):

“Artigo 21º Zonamento acústico

- 1. Toda a área do território municipal é classificada como zona mista, não devendo ficar exposta a níveis sonoros de ruído ambiente exterior superiores ao definido na legislação aplicável.*
- 2. No âmbito do Plano Municipal de Redução de Ruído (Plano de Ação) devem ser identificadas zonas de conflito e criadas regras e estratégias para a redução do ruído.*
- 3. A Câmara Municipal pode delimitar espaços onde são adotados limites inferiores aos fixados para as zonas mistas, em 5dB(A), no Plano de Ação.”*

Assim, foi consultado também o Plano de Ação de Ruído de Lisboa, especificamente os documentos disponíveis em <http://www.am-lisboa.pt/documentos/1518805660Q2qIS4yh8GI37XU5.pdf> e https://apambiente.pt/sites/default/files/Ar_Ruido/Ruido/SituacaoNacional/PlanosReducaoRuido_PlanosAccao/PALisboa.pdf, datados de 2014.

Em suma, relativamente ao Plano de Ação de Ruído, tem-se:

- Conforme excerto do mapa de conflitos do Plano de Ação, na área em apreço (ver Figura 2), os incumprimentos na zona são relativamente ligeiros, quando comparados com outras zonas da cidade, pelo que o Plano de Ação não prevê medidas de minimização de ruído específicas e prioritárias para esta zona. As zonas de intervenção prioritária, do Plano de Ação de Ruído, estão localizadas na Figura 3.
- O Plano de Ação prevê a definição de Zonas Tranquilas, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, onde os níveis sonoros previstos cumprem $L_{den} \leq 55$ dB(A) e $L_n \leq 45$ dB(A).

² “Agência Portuguesa do Ambiente – Nota técnica para avaliação do descritor Ruído em AIA. versão 2. 2010”. https://apambiente.pt/sites/default/files/SNIAMB_Ar_Ruido/Ruido/Notas%20t%C3%A9cnicas%20e%20guias%20de%20Ru%C3%ADdo/NotaTecnica_avaliacao_descritor_Ruido_AIA.pdf.

Face ao enunciado, considera-se que todos os Recetores Sensíveis na zona em análise estão classificados como Zona Mista, sem constrangimentos associados ao Plano de Ação.

Ou seja, no geral, considera-se que os limites acústicos legais aplicáveis, ao ruído de tráfego rodoviário que inclui o tráfego gerado pelas Operações em apreço, são os seguintes:

- Edifícios (Recetores Sensíveis) existentes:
 - $L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A) (limite legal de Zona Mista) e:
 - Regra de Boa Prática APA:
 - L_d (Situação Futura) – L_d (Situação de Referência) ≤ 15 dB, se L_d (Situação Futura) >45 dB(A);
 - L_e (Situação Futura) – L_e (Situação de Referência) ≤ 15 dB, se L_e (Situação Futura) >45 dB(A);
 - L_n (Situação Futura) – L_n (Situação de Referência) ≤ 15 dB, se L_n (Situação Futura) >45 dB(A);
 - Se $L_{den} > 65$ dB(A) ou $L_n > 55$ dB(A), a variação devido ao tráfego associado às Operações em apreço deverá ser menor ou igual a 2 dB, não condicionando significativamente, portanto, o Plano de Ação de Ruído global de Lisboa.
- Novos edifícios de habitação afetos às operações:
 - $L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A) (limite legal de Zona Mista)
- Novos edifícios (Recetores Sensíveis) que não habitação (creche e centro de dia) e espaços verdes (espaços de lazer) que se pretendam classificar como Recetor Sensível:
 - $L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A).

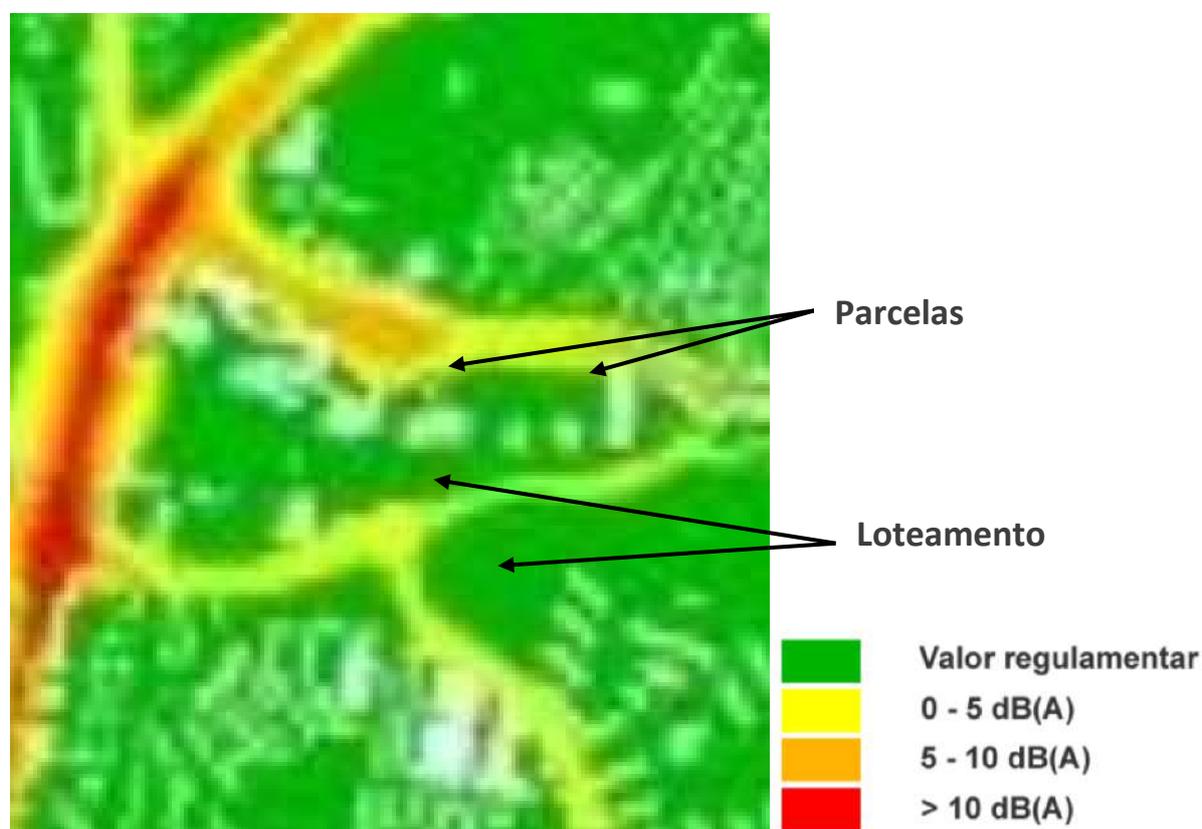


Figura 2 - Excerto do Mapa de Conflitos (L_{den}) do Plano de Ação de Ruído de Lisboa



Figura 3 - Áreas de intervenção previstas no Plano de Ação de Ruído de Lisboa

2.1.4. DEFINIÇÕES GERAIS

Apresentam-se em seguida algumas das definições constantes no Artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro e que podem ajudar a um melhor entendimento do presente trabalho. Algumas das definições já foram apresentadas anteriormente. De notar que a NP 1730 foi substituída pela NP ISO 1996-1 e -2: 2019.

- **Atividade ruidosa permanente:** “a atividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços”.
- **Atividade ruidosa temporária:** “a atividade que, não constituindo um ato isolado, tenha carácter não permanente e que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído tais como obras de construção civil, competições desportivas, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados”.
- **Fonte de ruído:** “a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito”.
- **Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den}):** “o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \log[(13 \times 10^{(L_d/10)} + 3 \times 10^{((L_e+5)/10)} + 8 \times 10^{((L_n+10)/10)})/24]$$
- **Indicador de ruído diurno (L_d) ou (L_{day}):** “o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano”.
- **Indicador de ruído do entardecer (L_e) ou ($L_{evening}$):** “o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano”.
- **Indicador de ruído noturno (L_n) ou (L_{night}):** “o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano”.
- **Período de referência:** “o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:
 - i) Período diurno—das 7 às 20 horas;
 - ii) Período do entardecer—das 20 às 23 horas;
 - iii) Período noturno—das 23 às 7 horas”.
- **Recetor sensível:** “o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana”.
- **Ruído ambiente:** “o 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 particular:** “o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora”.
- **Ruído residual:** “o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada”.
- **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 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”.

2.2. MODELO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA

2.2.1. SOFTWARE E MÉTODO

Para a previsão dos níveis sonoros associados ao tráfego rodoviário, foi utilizado o *software* Cadna A (*Computer Aided Noise Abatement*) e o método CNOSSOS³ do Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 9 de setembro (Diretiva UE 2015/996 da Comissão, de 19 de maio de 2015) que estabelece métodos comuns de avaliação do ruído de acordo com o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho (Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho).

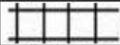
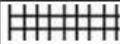
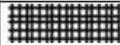
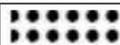
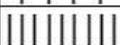
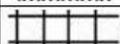
2.2.2. ATRIBUIÇÕES

Foram consideradas as seguintes atribuições no modelo de simulação acústica:

- Condições atmosféricas:
 - Temperatura e humidade média anual (<http://portaldoclima.pt/pt/>): 15 °C; 74 %.
 - Ocorrência de condições favoráveis e desfavoráveis de propagação sonora (gradientes de temperatura e de vento): Média anual:
Na ausência de dados específicos considerou-se o preconizado no “*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, 2007*”, adaptados aos períodos Portugueses de acordo com “Rosão, Vitor; Antunes, Sónia - Limitações e Opções Alternativas da Modelação na Componente Ruído. Castelo Branco, CNAI, 2006”:
 - 52 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período diurno;
 - 75 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período entardecer;
 - 100% de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período noturno.
- Tipo de solo: Considerou-se um coeficiente de absorção sonora médio do solo (α) igual a 0.5, por existência de solos permeáveis e impermeáveis no local e a previsão de novos espaços verdes.
- Algoritmo de cálculo:
 - Erro máximo permitido: 0 dB;
 - Raio máximo de busca: 2000 metros;
 - Distância mínima fonte/recetor: 0 metros;
 - Modelo do Terreno: Triangulação;
 - Reflexões: Ordem: 2.
 - Raio de busca: 2500 metros (fonte e recetor);

³ Em 2008, a Comissão iniciou o desenvolvimento do quadro metodológico comum de avaliação do ruído através do projeto CNOSSOS-UE (*Common Noise Assessment Methods in Europe*/Métodos Comuns de Avaliação do Ruído na Europa). A Diretiva com o estabelecimento dos métodos foi publicada em 2015, e transposta pelo DL 136-A/2019. A utilização dos novos métodos é obrigatória desde janeiro de 2019.

- Distância máxima fonte/recetor: 2500 metros;
- Distância mínima recetor/refletor: 3,5 metros (para que seja contabilizado o som incidente em cada edifício e não o som refletido, conforme preconizado no Anexo I da Diretiva 2002/49/CE – Decreto-Lei nº 146/2006, de 31 de julho);
- Distância mínima fonte/refletor: 0,1 metros.
- Altura acima do solo das previsões: 4 metros.
- Grelha dos Mapas de Ruído: 10x10 metros.
- Cartografia (ver Figura 4):
 - Curvas de nível: Considerou-se as curvas de nível disponíveis.
 - Edifícios:
 - Atuais:
 - Edifícios existentes: A cartografia disponível possui planimetria e cota de topo dos edifícios.
 - Coeficiente de absorção sonora dos edifícios: 0.3.
 - Futuro:
 - Os mesmos edifícios da situação atual acrescentando os edifícios previstos para as operações, cuja planimetria e cota de topo encontra-se na cartografia disponível.
 - Coeficiente de absorção sonora dos edifícios: 0.3.
- Dados de emissão sonora do tráfego rodoviário:
 - No capítulo “2.2.3 DADOS DE EMISSÃO SONORA DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO” aborda-se em maior detalhe as questões associadas à emissão sonora do tráfego rodoviário.
- Dados de tráfego e de via:
 - No capítulo “2.2.4 DADOS DE TRÁFEGO DISPONÍVEIS E VARIAÇÃO EXPETÁVEL DOS NÍVEIS SONOROS ASSOCIADOS” aborda-se em maior detalhe as questões associadas aos dados de tráfego e de via disponíveis e considerados.
- Código de cores dos Mapas de Ruído: Diretrizes APA:

Classes do Indicador	Cor		RGB	Padrão de sombreado		Dim/Esp
$L_{den} \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão		255,0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim		196,20,37	linhas cruzadas, média densidade		0,5 / 4
$L_{den} > 70$	magenta		255,0,255	linhas cruzadas, alta densidade		0,5 / 2
$L_n \leq 45$	verde escuro		0,181,0	pontos grandes, alta densidade		6 / 6
$45 < L_n \leq 50$	amarelo		255,255,69	linhas verticais, baixa densidade		0,5 / 8
$50 < L_n \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_n \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$L_n > 60$	vermelhão		255 0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8

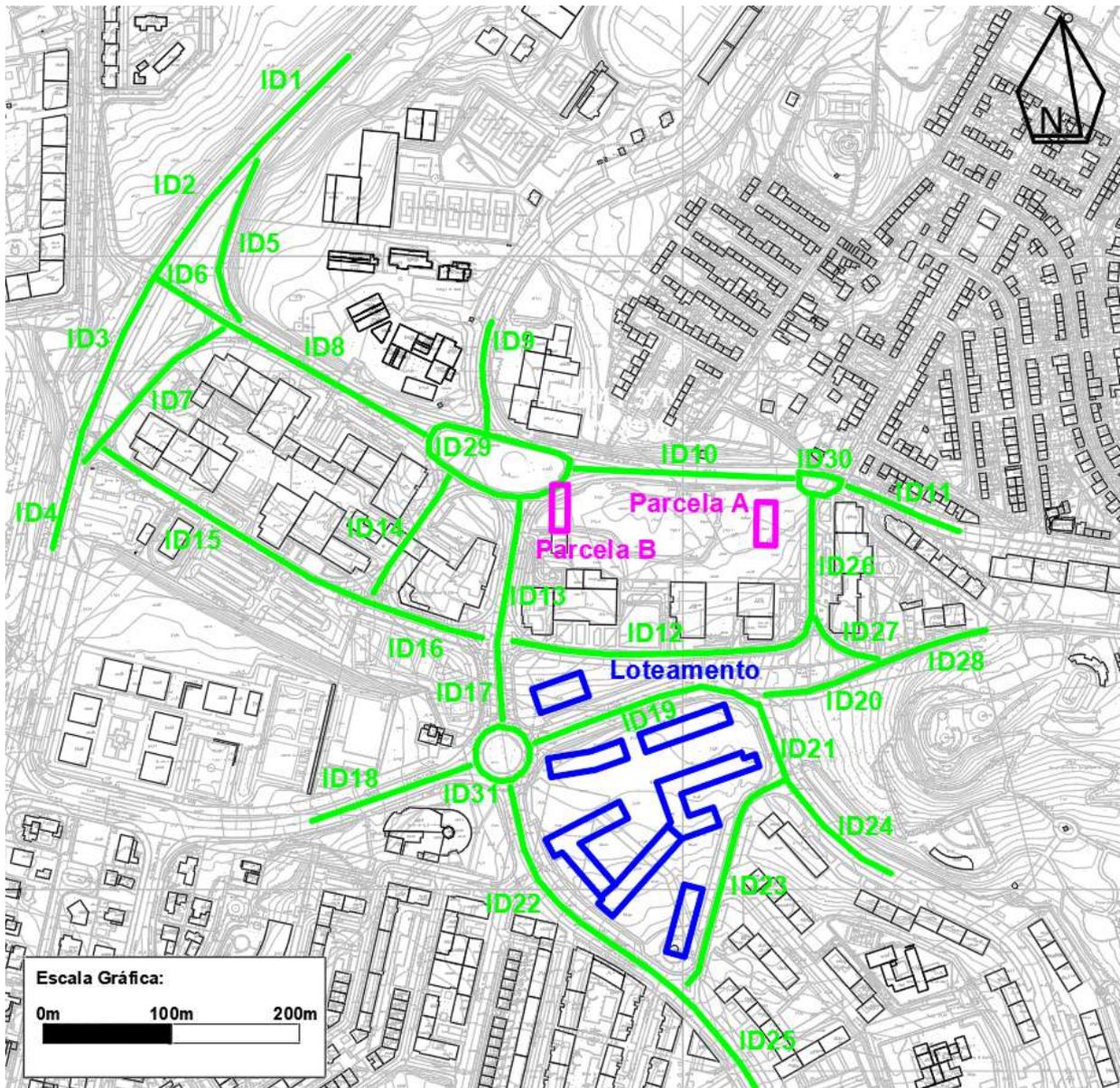


Figura 4 - Cartografia disponível

2.2.3. DADOS DE EMISSÃO SONORA DO TRÁFEGO RODOVIÁRIO ATUAL E FUTURO

Uma das principais alterações introduzidas pelo método CNOSSOS, para rodovias, relativamente ao método interino anterior (NMPB'96) consiste na consideração de uma base de dados de emissão sonora mais atualizada, porquanto o método NMPB'96 utiliza uma base de dados de emissão sonora dos veículos representativa dos anos 70 e 80 do séc. XX, e os veículos atuais são significativamente menos ruidosos.

Assim, mapas de ruído e/ou previsões em recetores individualizados, utilizando o método CNOSSOS, conduzem a resultados em que os níveis sonoros previstos, para as mesmas condições de tráfego e de via, são menores do que os níveis sonoros previstos com o método NMPB'96, estando tipicamente mais próximos da realidade, porquanto o parque automóvel português é relativamente recente, justificando-se assim a utilização deste novo método (desde 2015: Diretiva 2015/996; Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro).

As previsões dos níveis sonoros do tráfego rodoviário da Situação Atual são assim efetuadas com base no método CNOSSOS e na sua base de dados, representativa de veículos de combustão interna atuais.

Relativamente à Situação Futura, com e sem a concretização das Operações em avaliação, em 2033, dada a perspetiva de uma gradual implantação em Portugal de veículos elétricos – tipicamente menos ruidosos do que os veículos de combustão interna atuais – afigura-se adequado verificar quais as perspetivas de evolução e as consequências em termos de emissão sonora do parque automóvel em Portugal em 2033.

De facto, há estimativa de que, em todo o mundo, até 2040⁴, a maioria dos veículos automóveis passe a ser elétrico, e até 2030⁵, 1/3 (33%) dos veículos será elétrico.

Em Portugal, no primeiro semestre de 2020⁶, 11% dos carros vendidos foram carros elétricos.

Relativamente ao ruído dos carros elétricos, relativamente aos carros de combustão interna, considera-se adequado verificar o constante no documento “Marie Agnès Pal-las, et. al. – *Noise emission of electric and hybrid electric vehicles: deliverable FOREVER (nº Forever WP2_D2-1-V4). 2015*”⁷.

A “*Figure 39*” do documento referido, que se apresenta em seguida, compara os valores globais do método CNOSSOS (Categoria 1; veículos ligeiros) com os dados obtidos, para veículos elétricos, para diferentes velocidades de circulação, pelas seguintes entidades:

- TRL: *Transport Research Laboratory, United Kingdom.*
- IFSTTAR: *Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.*

⁴ <https://cebds.org/carros-eletricos-serao-maioria-ate-2040-aponta-estudo/#.YSpNc455tPZ>.

⁵ <https://www.turbo.pt/veiculos-eletricos-vendas-em-2030-serao-um-terco-do-total/>.

⁶ <https://www.dn.pt/dinheiro/portugal-com-a-quinta-maior-percentagem-de-venda-de-carros-eletricos-da-europa-12909144.html>.

⁷ <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02177735/document>.

Os dados IFSTTAR demonstram que, para uma velocidade de 50 km/h, existem veículos elétricos que são mais de 5 dB menos ruidosos do que os valores considerados na base de dados CNOSSOS e, no mínimo, cerca de 3 dB menos ruidosos. Para menores velocidades, e como esperado (maior influência do ruído do motor e menor influência do ruído da interação pneu-pavimento) as diferenças são até superiores. Por exemplo, para 30 km/h, as diferenças podem chegar a cerca de 8 dB.

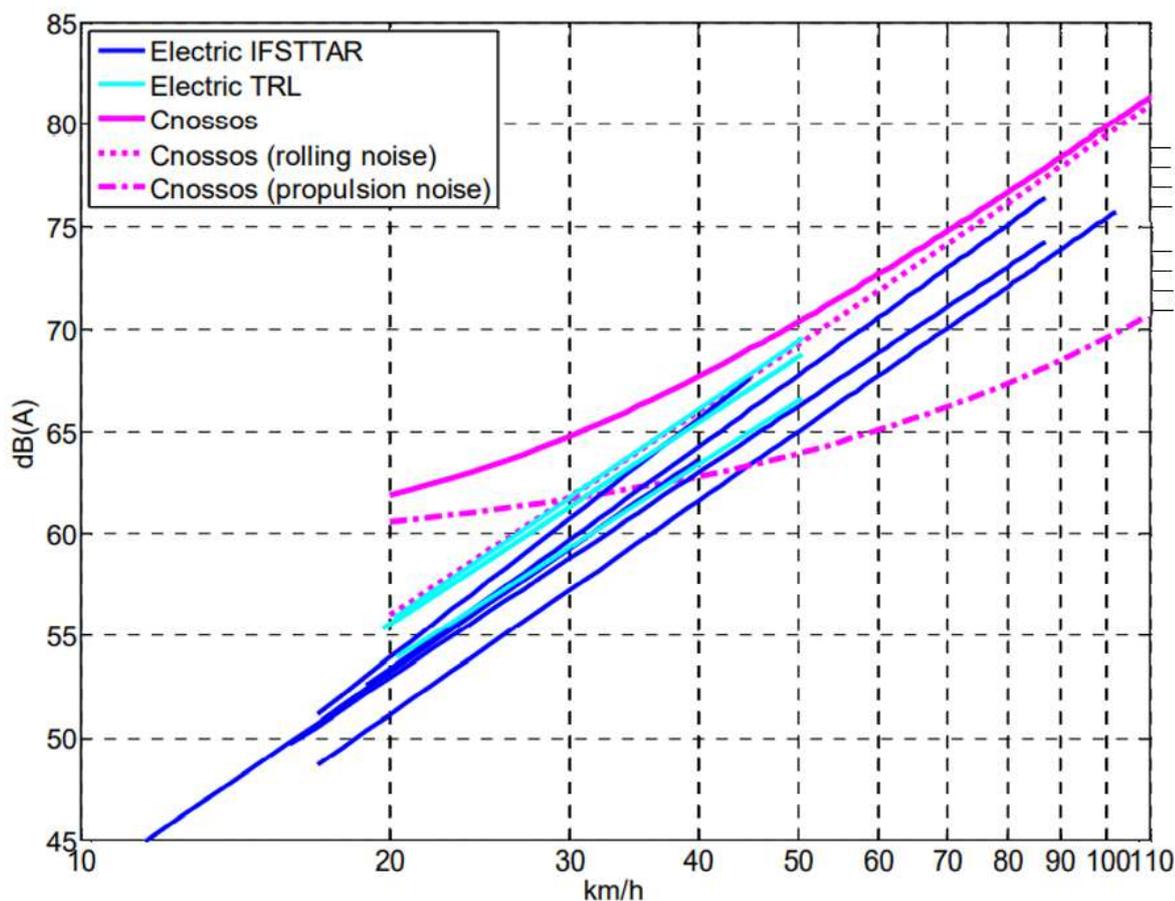


Figura 5 - Comparação dos dados de emissão sonora de veículos elétricos e da base de dados CNOSSOS

Assim, de forma segura, a “Table 10” do documento “Marie Agnès Pal-las, et. al. – Noise emission of electric and hybrid electric vehicles: deliverable FOREVER (n° Forever WP2_D2-1-V4). 2015”⁷ estabelece as seguintes correções para a emissão sonora dos veículos elétricos relativamente à emissão sonora da base de dados CNOSSOS (veículos de combustão interna).

Tabela 1 - Correção segura da emissão sonora dos veículos elétricos relativamente à base de dados CNOSSOS

Velocidade [km/h]	20	30	40	50	70	90	110
Correção da emissão sonora [dB]	-5,1	-2,7	-1,6	-1,0	-0,6	-0,5	-0,4

Assumindo a existência de 30% de veículos elétricos em 2033, resultam as seguintes correções seguras à emissão sonora global da base de dados CNOSSOS:

- 50 km/h: $10\log[0,7 \times 10^{(L/10)} + 0,3 \times 10^{((L-1)/10)}] \approx 0$ dB.
- 30 km/h: $10\log[0,7 \times 10^{(L/10)} + 0,3 \times 10^{((L-2,7)/10)}] \approx -1$ dB.

Assim, em 2033, para as vias com velocidade de 50 km/h considera-se a base de dados de emissão sonora CNOSSOS sem qualquer correção. Para vias com velocidade de 30 km/h considera-se a base de dados de emissão sonora CNOSSOS corrigida em -1 dB.

De notar que tal perspetiva de evolução possui fatores de segurança, nomeadamente a não consideração de prevalência, no parque automóvel, dos veículos elétricos menos ruidosos, já que conforme explicitado anteriormente, a emissão sonora de veículos elétricos é também bastante variável assumindo-se, por segurança, os valores de emissão mais elevados. Assim é importante controlar futuramente, através de monitorização, a efetiva evolução do parque automóvel português e das suas efetivas emissões sonoras.

2.2.4. DADOS DE TRÁFEGO DISPONÍVEIS E VARIAÇÃO EXPETÁVEL DOS NÍVEIS SONOROS ASSOCIADOS

No âmbito da elaboração do presente estudo foram disponibilizados dados de tráfego para a rede viária apresentada na Figura 1 e na Figura 4, sem contemplação das Rotundas (IDs 29, 30 e 31 nas figuras referidas) para a Situação Atual (2020) e para a Situação Futura (2033), com e sem a concretização das Operações em apreço.

Nas tabelas seguintes apresentam-se os dados de tráfego disponibilizados, para a Situação Atual e Futura (2033), com e sem a concretização das operações em apreço. Assumiu-se, por segurança, para as rotundas, os valores máximos de tráfego e de percentagem de pesados, das vias que afluem à respetiva rotunda:

- Rotunda 1 (ID29), vias que afluem: IDs 8, 9, 10, 13 e 14.
 - Esta Rotunda existe na Situação Atual e na Situação Futura, com e sem concretização das Operações. Com a concretização das operações esta rotunda passa a ter uma forma diferenciada da atual, passando a ser significativamente menor.
- Rotunda 2 (ID30), vias que afluem: IDs 10, 11 e 26.
 - Considera-se esta rotunda igual para a Situação Atual e Futura, com e sem concretização das Operações.
- Rotunda 3 (ID31), vias que afluem: IDs 17, 18, 19 e 22.
 - Esta rotunda existe na Situação Atual e em 2033 sem concretização das Operações (Situação de Referência), mas não existe na Situação Futura (2033) com concretização das Operações, pois as mesmas preveem a eliminação desta Rotunda.

Relativamente à velocidade, tipo de pavimento e tipo de veículos pesados considera-se o seguinte:

- Situação Atual:
 - Velocidade: Todas as vias com 50 km/h.
 - Tipo de pavimento: Todas as vias com o pavimento normal (CNS01 do método CNOSSOS⁸).
 - Tipo de veículos pesados: O método CNOSSOS distingue duas categorias de veículos pesados, a categoria C2, correspondente a veículos pesados com 2 eixos, e a Categoria C3 correspondente a veículos pesados com 3 ou mais eixos. Em zona urbana é tipicamente seguro considerar que 20% dos veículos pesados correspondem à Categoria C3, pelo que em todos os casos foi considerada esta percentagem.
- Situação Futura:
 - Velocidade:
 - Sem medidas: Todas as vias com 50 km/h.
 - Com medidas: Consideração de uma velocidade de 30 km/h nas vias com influência nos níveis sonoros apercibido em Recetores onde se prevê, devido às operações, ultrapassagem dos limites acústicos legais aplicáveis. A alteração de uma velocidade de 50 km/h para 30 km/h, numa determinada via, corresponde, sensivelmente, a uma redução de 3 dB na emissão sonora dessa via.
 - Tipo de pavimento:
 - Sem medidas: Todas as vias com CNS01.
 - Com medidas: Uma vez que a alteração de uma velocidade de 50 km/h para 30 km/h, em uma determinada via, conforme referido, corresponde, sensivelmente, a uma redução de 3 dB na emissão sonora dessa via, em alternativa à redução de velocidade – de 50 km/h para 30 km/h – poderá manter-se a velocidade de 50 km/h e ser implementado um Pavimento Menos Ruidoso, com uma eficácia na redução de ruído de 3 dB.
 - Tipo de veículos pesados: 20% de veículo de categoria C3.

⁸ O pavimento CNS01 é constituído por: “... média de betão betuminoso denso 0/11 e de mistura betuminosa do tipo SMA (stone mastic asphalt) 0/11, com 2 a 7 anos, em condições de manutenção representativa”.

Tabela 2 - Dados de tráfego disponíveis (Situação Atual)

ID Via	TMH Diurno		TMH Entardecer		TMH Noturno	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
1	3292	40	1459	34	649	9
2	2388	38	1058	32	471	8
3	2499	43	1107	36	492	9
4	2202	63	976	54	434	14
5	904	2	401	2	178	1
6	196	21	87	18	39	4
7	127	14	56	12	25	3
8	1107	13	491	11	218	3
9	460	19	204	16	91	4
10	616	20	273	17	121	4
11	569	23	252	19	112	5
12	16	3	7	2	3	1
13	625	12	277	10	123	3
14	61	4	27	4	12	1
15	550	8	244	7	108	2
16	562	3	249	2	111	1
17	1185	16	525	13	234	3
18	479	29	212	24	94	6
19	423	21	187	18	83	5
20	159	3	71	3	31	1
21	438	23	194	20	86	5
22	877	7	389	6	173	1
23	87	7	38	6	17	1
24	441	25	195	21	87	5
25	880	11	390	9	173	2
26	16	3	7	2	3	1
27	7	0	3	0	1	0
28	152	3	67	2	30	1
29 Rotunda 1	TMH Máximo: ID8 %Pesados Máximo: ID14					
30 Rotunda 2	TMH Máximo: ID10 %Pesados Máximo: ID26					
31 Rotunda 3	TMH Máximo: ID17 %Pesados Máximo: ID18					

Tabela 3 - Dados de tráfego disponíveis para a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações

ID Via	TMH Diurno		TMH Entardecer		TMH Noturno	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
1	3685	52	1633	44	726	11
2	2673	49	1185	41	527	10
3	2798	55	1240	46	551	12
4	2466	82	1093	69	486	17
5	1012	3	449	3	199	1
6	220	27	97	23	43	6
7	142	18	63	15	28	4
8	1240	18	549	15	244	4
9	516	25	228	21	102	5
10	690	25	306	22	136	5
11	637	29	282	25	125	6
12	18	4	8	3	4	1
13	700	15	310	13	138	3
14	68	5	30	5	13	1
15	615	10	273	8	121	2
16	629	3	279	3	124	1
17	1327	20	588	17	261	4
18	537	37	238	31	106	8
19	473	27	210	23	93	6
20	178	4	79	3	35	1
021	491	30	217	25	97	6
22	982	8	435	7	194	2
23	97	8	43	7	19	2
24	493	32	219	27	97	7
25	985	14	437	11	194	3
26	18	4	8	3	4	1
27	8	0	4	0	2	0
28	170	4	75	3	34	1
29 Rotunda 1	TMH Máximo: ID8 %Pesados Máximo: ID14					
30 Rotunda 2	TMH Máximo: ID10 %Pesados Máximo: ID26					
31 Rotunda 3	TMH Máximo: ID17 %Pesados Máximo: ID18					

Tabela 4 - Dados de tráfego disponíveis para a Situação Futura (2033), com concretização das Operações

ID Via	TMH Diurno		TMH Entardecer		TMH Noturno	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
1	3745	52	1660	44	738	11
2	2729	48	1209	41	538	10
3	2877	55	1275	46	567	12
4	2629	81	1165	68	518	17
5	1016	3	450	3	200	1
6	243	21	108	18	48	4
7	669	18	297	15	132	4
8	1778	13	788	11	350	3
9	522	25	231	21	103	5
10	728	25	323	21	144	5
11	646	28	286	24	127	6
12	173	6	77	5	34	1
13	1208	7	535	6	238	2
14	96	6	43	5	19	1
15	71	7	31	6	14	1
16	131	3	58	2	26	1
17	1435	16	636	14	283	3
18	427	33	189	28	84	7
19*	0	0	0	0	0	0
20*	0	0	0	0	0	0
21*	0	0	0	0	0	0
22	1436	31	636	26	283	7
23	496	30	220	25	98	6
24	496	30	220	25	98	6
25	995	12	441	10	196	2
26	116	2	51	2	23	1
27	173	2	77	2	34	0
28	173	2	77	2	34	0
29 Rotunda 1	TMH Máximo: ID8 %Pesados Máximo: ID14					
30 Rotunda 2	TMH Máximo: ID10 %Pesados Máximo: ID11					
31 Rotunda 3	Rotunda eliminada na Situação Futura com a concretização das operações					

* As operações em apreço preveem que as vias com ID 19, 20 e 21 passem a não ter tráfego rodoviário. No caso das vias com ID 19 e 20, é previsível a existência de Metro de Superfície, do qual, nesta fase, não se conhecem as emissões sonoras associadas. Nestas circunstâncias, afigura-se adequado, e na ausência de outra informação, considerar excepcionalmente, para as vias de ID 19 e 20, os mesmos dados de tráfego da via com ID 18, de forma que essas vias possuam emissão sonora, para representar minimamente o metro de superfície previsto.

Com base nos dados de tráfego apresentados, é possível determinar qual a variação expetável dos níveis sonoros em cada via, devido à variação de tráfego, entre uma Situação 1 e uma Situação 2, assumindo a seguinte equação, baseada na equação 2.2.1 do Decreto-Lei n.º 136-A/2019, e no facto de, para o caso em apreço, se poder considerar que um veículo pesado é, em média, 6 dB mais ruidoso do que um veículo ligeiro, o que significa, aproximadamente, que um veículo pesado é equivalente a cerca de 4 veículos ligeiros [$10^{(6/10)} \approx 4$]:

$$10\log_{10}[(n_{l1} + 4 \times n_{p1}) / (n_{l2} + 4 \times n_{p2})]$$

onde n_{l1} e n_{p1} são, respetivamente, o número de veículos ligeiros e de veículos pesados da Situação 1, e n_{l2} e n_{p2} são, respetivamente, o número de veículos ligeiros e de veículos pesados da Situação 2.

Apresentam-se nas tabelas seguintes as variações expetáveis de níveis sonoros, devido à variação de tráfego em cada via, entre a Situação Atual e a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações e entre a Situação de Referência (2033) e a Situação Futura (2033) com a concretização das Operações.

Verifica-se assim o seguinte:

- **Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações – Situação Atual:**
 - O crescimento natural do tráfego nas vias existentes, sem a concretização das Operações, significa, em 2033, um aumento típico dos níveis sonoros, devido apenas à variação de tráfego em cada via, de cerca de 1 dB. Apenas no período noturno da via com ID27 se prevê um acréscimo de 3 dB, devido a uma passagem do tráfego de 1 veículo por hora para 2 veículos por hora.
- **Situação Futura (2033) com concretização das Operações – Situação Referência (2033) sem concretização das Operações:**
 - A variação do tráfego entre a Situação de Referência (2033) sem a concretização das Operações e a Situação Futura (2033) com a concretização das Operações significa a seguinte variação de níveis sonoros, devido apenas à variação de tráfego em cada via:
 - Diminuição dos níveis sonoros nas vias com os seguintes IDs (nestas vias não se considera necessária intervenção obrigatória no âmbito das Operações em apreço, na medida em que se prevê uma diminuição de tráfego devido à implementação do Projeto):
 - Diminuição ligeira dos níveis sonoros, até cerca de -1 dB: ID6 (apenas no período do entardecer), ID18, ID19, ID24 (apenas no período do entardecer) e ID28.
 - Diminuição significativa dos níveis sonoros (maior que -2 dB): ID15, ID16 e ID21.
 - Aumento dos níveis sonoros nas vias com os seguintes IDs:
 - Manutenção ou aumento ligeiro, até cerca de +2 dB: ID1, ID2, ID3, ID4, ID5, ID6 (período diurno e noturno), ID8, ID9, ID10, ID11, ID14, ID17, ID22, ID24 (período diurno e noturno), ID25.

- Nestas vias não se considera necessária intervenção obrigatória no âmbito das Operações em apreço, na medida em que uma variação de 2 dB encontra-se dentro das incertezas típicas deste tipo de modelação e dentro do limite da sensação humana da variação da sensação de intensidade sonora, pelo que esta variação deverá ser integrada no Plano de Ação de Ruído geral de Lisboa.
- Aumento significativo dos níveis sonoros (maior que +2 dB): ID7, ID12, ID13, ID20, ID23, ID26, ID27.
 - Nestas vias, caso se preveja, nos recetores afetados, efetiva variação superior a 2 dB e incumprimento dos limites acústicos legais, deverão ser equacionadas medidas no âmbito das Operações em apreço, uma vez que a variação significativa dos níveis sonoros é devida essencialmente à variação do tráfego devido à concretização das Operações.

Tabela 5 - Variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego em cada via [Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações – Situação Atual]

ID Via	Variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego em cada via [dB] Situação de Referência (2033) sem Operações – Situação Atual		
	Dia (7h-20h)	Entardecer (20h-23h)	Noite (23h-7h)
1	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,6	0,5
3	0,5	0,6	0,5
4	0,6	0,6	0,5
5	0,5	0,5	0,5
6	0,7	0,7	0,9
7	0,7	0,7	0,8
8	0,5	0,6	0,5
9	0,6	0,7	0,6
10	0,5	0,6	0,6
11	0,6	0,7	0,5
12	0,8	1,2	0,6
13	0,5	0,6	0,5
14	0,6	0,7	0,3
15	0,5	0,5	0,5
16	0,5	0,5	0,5
17	0,5	0,6	0,5
18	0,6	0,7	0,7
19	0,6	0,7	0,6
20	0,5	0,4	0,5
21	0,6	0,6	0,6
22	0,5	0,5	0,6
23	0,5	0,6	1,1
24	0,6	0,7	0,7
25	0,5	0,5	0,6
26	0,8	1,2	0,6
27	0,6	1,2	3
28	0,5	0,6	0,5
Variação Máxima	0,8	1,2	3
Variação Mínima	0,5	0,4	0,3

Tabela 6 - Variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego em cada via [Situação Futura (2033) com concretização das Operações – Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações]

ID Via	Variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego em cada via [dB] Situação Futura com Operações (2033) – Situação de Referência (2033) sem Operações		
	Dia (7h-20h)	Entardecer (20h-23h)	Noite (23h-7h)
1	0,1	0,1	0,1
2	0,1	0,1	0,1
3	0,1	0,1	0,1
4	0,2	0,2	0,2
5	0,0	0,0	0,0
6	0,0	-0,2	0,0
7	5,4	4,6	5,3
8	1,5	1,4	1,4
9	0,0	0,0	0,0
10	0,2	0,2	0,2
11	0,0	0,0	0,0
12	7,8	6,8	7,7
13	2,1	1,9	2,1
14	1,2	1,0	1,2
15	-8,3	-7,5	-8,2
16	-6,6	-6,3	-6,5
17	0,3	0,2	0,3
18	-0,9	-0,8	-0,9
19*	-0,2	0,0	-0,2
20*	4,6	5,2	4,7
21*	-∞	-∞	-∞
22	1,9	2,0	1,9
23	6,8	6,6	6,7
24	0,0	-0,1	0,0
25	0,0	0,0	0,0
26	5,8	4,7	5,7
27	13,0	12,9	13,0
28	-0,1	-0,2	-0,1
Variação Máxima	13,0	12,9	13,0
Variação Mínima	-∞	-∞	-∞

* Para ter em consideração a previsível existência de metro de superfície nestas vias, assumiu-se, em vez de tráfego rodoviário zero, com a concretização das Operações, o mesmo tráfego da via com ID18.

O tráfego previsto para esta via com a concretização das Operações é zero, pelo que a diferença expetável de níveis sonoros é -∞ dB.

3. NÍVEIS SONOROS DISPONÍVEIS OU PREVISTOS

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Devido à escala dos planos de base e/ou por simplificação, algumas Câmaras Municipais fazem desenhos/indicações muito abrangentes de Zonas Sensíveis e/ou Mistas, englobando não só os Recetores Sensíveis propriamente ditos, mas também outras áreas. Afigura-se ser de esclarecer que, na ausência de informação específica em contrário, é usual considerar que tais classificações abrangentes não significam que os limites acústicos legais são para verificar em toda a área classificada, mas somente ou sobretudo nas fachadas dos edifícios correspondentes a Recetores Sensíveis.

Tal interpretação tem suporte no estabelecido na parte “*Associação de pontos de receção às fachadas dos edifícios*” do Decreto-Lei n.º 136-A/2019, e no n.º 4 do Artigo 11.º (valores limite de exposição) do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, que se transcreve: “*Para efeitos de verificação de conformidade dos valores fixados no presente artigo, a avaliação deve ser efetuada junto do ou no recetor sensível ...*”.

Tal interpretação tem também suporte no facto da exposição da população ao ruído que, tipicamente, tem maior interesse, corresponder à exposição ao ruído em locais onde a população possui uma exposição mais permanente e um tipo de uso acusticamente exigente (interior de quartos e zonas de estar; interior de salas de aula; etc.), não a exposição ao ruído em locais de passagem. Assim, os pontos de previsão (Recetores) considerados no presente Estudo correspondem a Recetores localizados nas fachadas mais expostas, dos edifícios com sensibilidade ao ruído (Recetores Sensíveis: “*edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana*”) mais expostos ao ruído previsto.

Relativamente aos espaços verdes, e dentro do mesmo princípio enunciado, considera-se que nem todos os espaços verdes, ou nem toda a área de um determinado espaço verde, têm de ser classificados com Recetor Sensível, apenas os espaços verdes/áreas em que se pretende efetivamente um uso acusticamente exigente. De referir a este respeito que, as Zonas Tranquilas, cuja definição contante na alínea s) do Artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, aponta para a necessidade de cumprimento de limites de ruído muito exigentes, foi revista no documento “*European Environment Agency – Quiet areas in Europe: The environment unaffected by noise pollution. 2016*”⁹, no sentido da existência de um ambiente sonoro de qualidade, não obrigatoriamente do cumprimento de requisitos muito restritos.

De acordo com as características dos espaços verdes em causa, nomeadamente a proximidade a fontes de ruído relevantes, considera-se que os mesmos não devam ser classificados como Recetores Sensíveis, não existindo assim limites acústicos legais, do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, aplicáveis.

⁹. <https://www.eea.europa.eu/publications/quiet-areas-in-europe>.

3.2. SITUAÇÃO ATUAL (MAPA DE RUÍDO MUNICIPAL)

Foi procurada informação associada a Mapa de Ruído Municipal de Lisboa.

Foi encontrado o seguinte Mapa de Ruído, constante nos seguintes endereços eletrónicos:

- Mapa de Ruído Municipal [Atualização ocasional: 5 de Maio de 2021, 16:00 (UTC+01:00)]:
 - L_{den} : <http://dados.cm-lisboa.pt/dataset/78c049d4-be97-474a-9c28-ef34ed500c25/resource/ca28b2ec-4c82-416a-849e-fee52bc1df95/download/20210426maparuidogloballden2020a3.pdf>.
 - L_n : <http://dados.cm-lisboa.pt/dataset/78c049d4-be97-474a-9c28-ef34ed500c25/resource/8bac8afd-86c0-4071-8bf9-2d56a73d5d8f/download/20210426maparuidogloballn2020a3.pdf>.
 - Método: NMPB'96.

Na Figura 6 (L_{den}) e Figura 7 (L_n), apresenta-se um excerto do Mapa de Ruído municipal com sobreposição aproximada das Operações em apreço e da rede rodoviária considerada no presente Estudo.

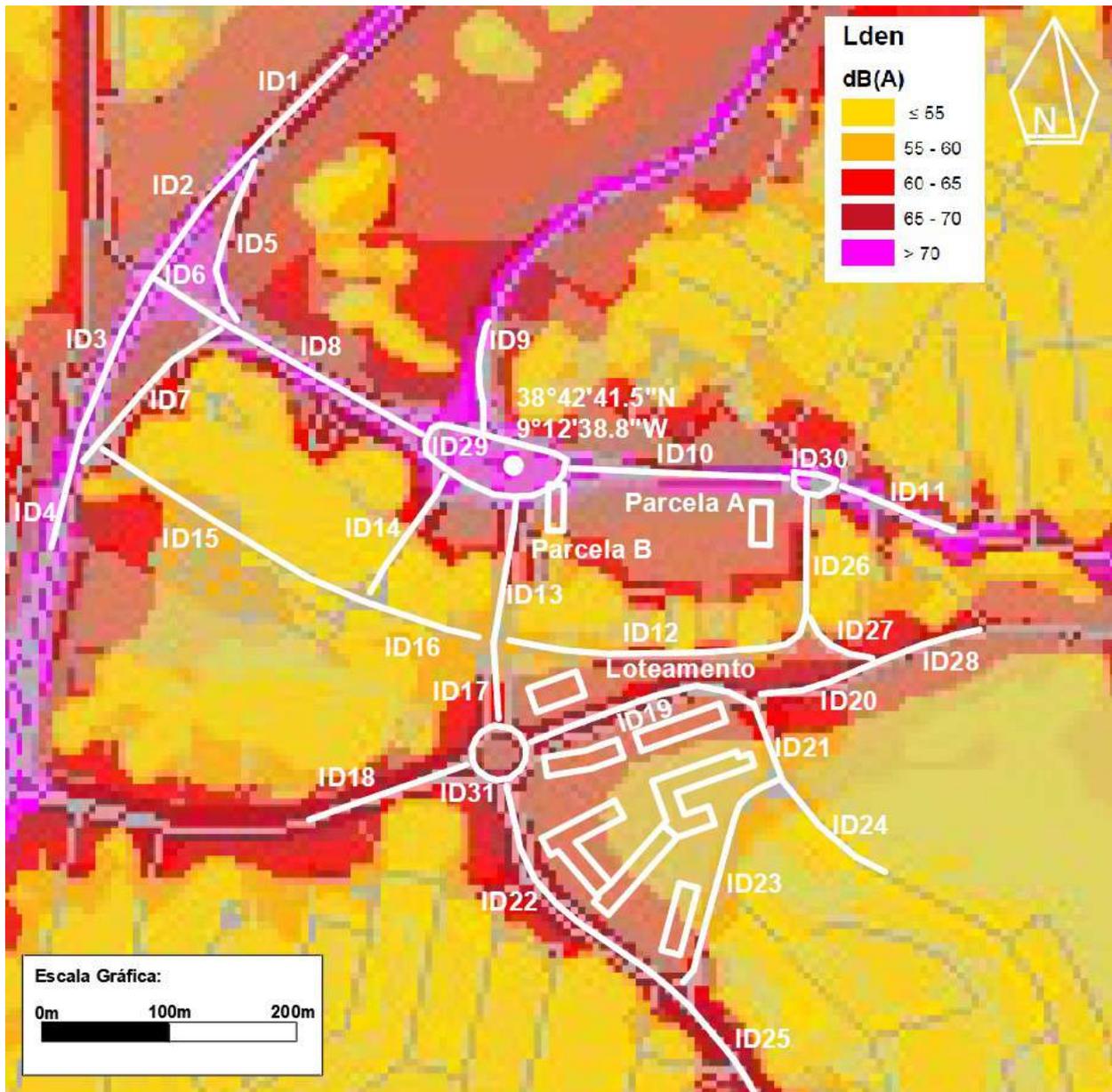


Figura 6 - Excerto e sobreposição do Mapa de Ruído Municipal com as operações e apreço (L_{den})

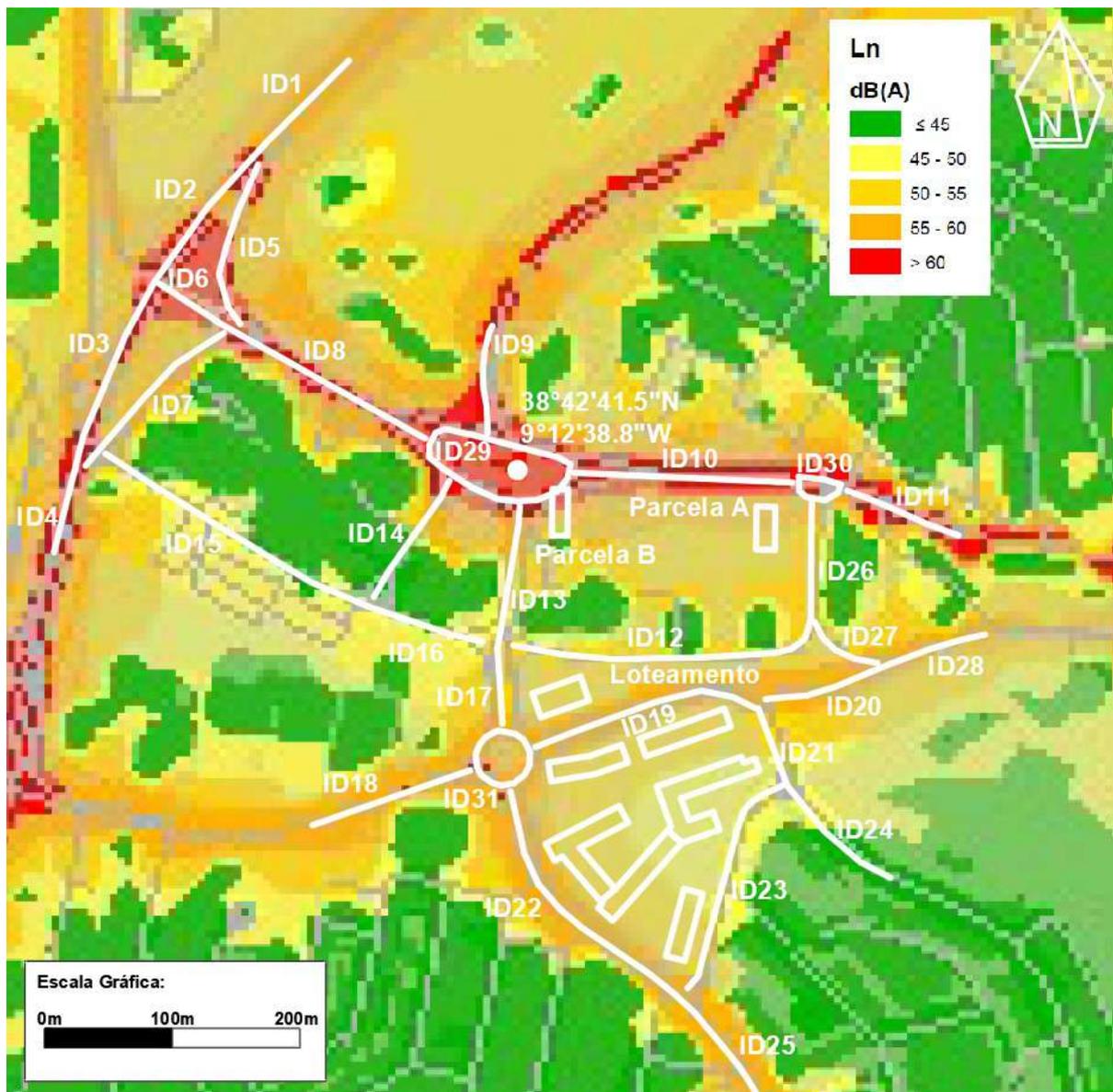


Figura 7- Excerto e sobreposição do Mapa de Ruído Municipal com as operações e apreço (L_n)

A análise dos Mapas de Ruído anteriores permite verificar que – ainda que não sejam muito claras as cores em causa – deverá haver incumprimento dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)] pelo menos em alguns dos novos edifícios previstos.

3.3. SITUAÇÃO ATUAL (MAPA DE RUÍDO DESENVOLVIDO)

Para desenvolvimento de Mapa de Ruído próprio deste Estudo, e previsão dos níveis sonoros em Recetores individualizados, para a Situação Atual (a comparar com o Mapa de Ruído municipal) foi utilizado o descrito no Capítulo “2.2 MODELO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA”, aplicável à Situação Atual.

Nas Figuras seguintes apresenta-se o Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual, assim como aspeto 3D do modelo acústico criado no *software* Cadna A, para a Situação Atual. Apresentam-se também os Recetores Individualizados considerados: a azul escuro na fachada de edifícios existentes (RE01 a RE26) e a branco na fachada dos novos edifícios previstos, os quais estão localizados apenas a título de referência, não constando do modelo acústico da Situação Atual (não introduzem efeito de barreira por não estarem implantados).

A comparação do Mapa de Ruído Municipal, apresentado anteriormente, com o Mapa de Ruído desenvolvido no presente Estudo, revela o seguinte:

- Apesar de ser expetável que os níveis sonoros associados a Mapas de Ruído desenvolvidos com o método CNOSSOS (Mapa de Ruído do presente Estudo) sejam menores do que os níveis sonoros associados a Mapas de Ruído desenvolvidos com o método NMPB’96 (Mapa de Ruído Municipal) verifica-se que, em alguns casos, o mapa de ruído desenvolvido com o método CNOSSOS apresenta níveis sonoros mais elevados, por exemplo na imediata envolvente das vias com ID15, ID16, ID17, ID21, ID22, ID23, ID24 ID25 e ID 31, o que indicia volumes de tráfego distintos. Dada a atualização do Estudo de Tráfego específico desenvolvido no âmbito das Operações em análise por parte da Câmara Municipal de Lisboa, assume-se que os dados de tráfego disponíveis para o presente Estudo – e os níveis sonoros associados calculados – são mais representativos da realidade atual.

Na Tabela 7 apresentam-se os Níveis Sonoros previstos, para a Situação Atual, nos Recetores particulares considerados, onde se prevê os seguintes incumprimentos:

- Incumprimentos dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)]:
 - Em edifícios existentes junto a vias com variação expectável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego maior do que 2 dB (ver Tabela 6):
 - RE01 (junto via ID7).
 - Em edifícios existentes junto a vias com variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego menor ou igual a 2 dB (ver Tabela 6):
 - RE03 (junto via ID8), RE04 (junto via ID15), RE05 (junto via ID8), RE06 (junto via ID8), RE08 (junto via ID15), RE11 (junto via ID8), RE12 (junto via ID13), RE17 (junto via ID10), RE18 (junto via ID11), RE21 (junto via ID22) e RE22 (junto via ID22).
 - Em novos edifícios associados às operações em apreço:
 - RN01 (junto Rotunda 1, ID29), RN02 (junto via ID10), RN03 (junto via ID17), RN04 (junto via ID17), RN05 (junto via ID19), RN06 (junto via ID22), RN07 (junto via ID22).

Estes incumprimentos apenas condicionam a implantação de novos edifícios, ou a necessidade de medidas para proteção dos edifícios existentes, caso se preveja a sua manutenção, ou agravamento, na Situação Futura com a concretização das Operações, na medida em que o que se encontra estatuído no n.º 6 do Artigo 12.º do DL9/2007, estabelece a proibição apenas “*enquanto*” houver incumprimento: “*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*”.

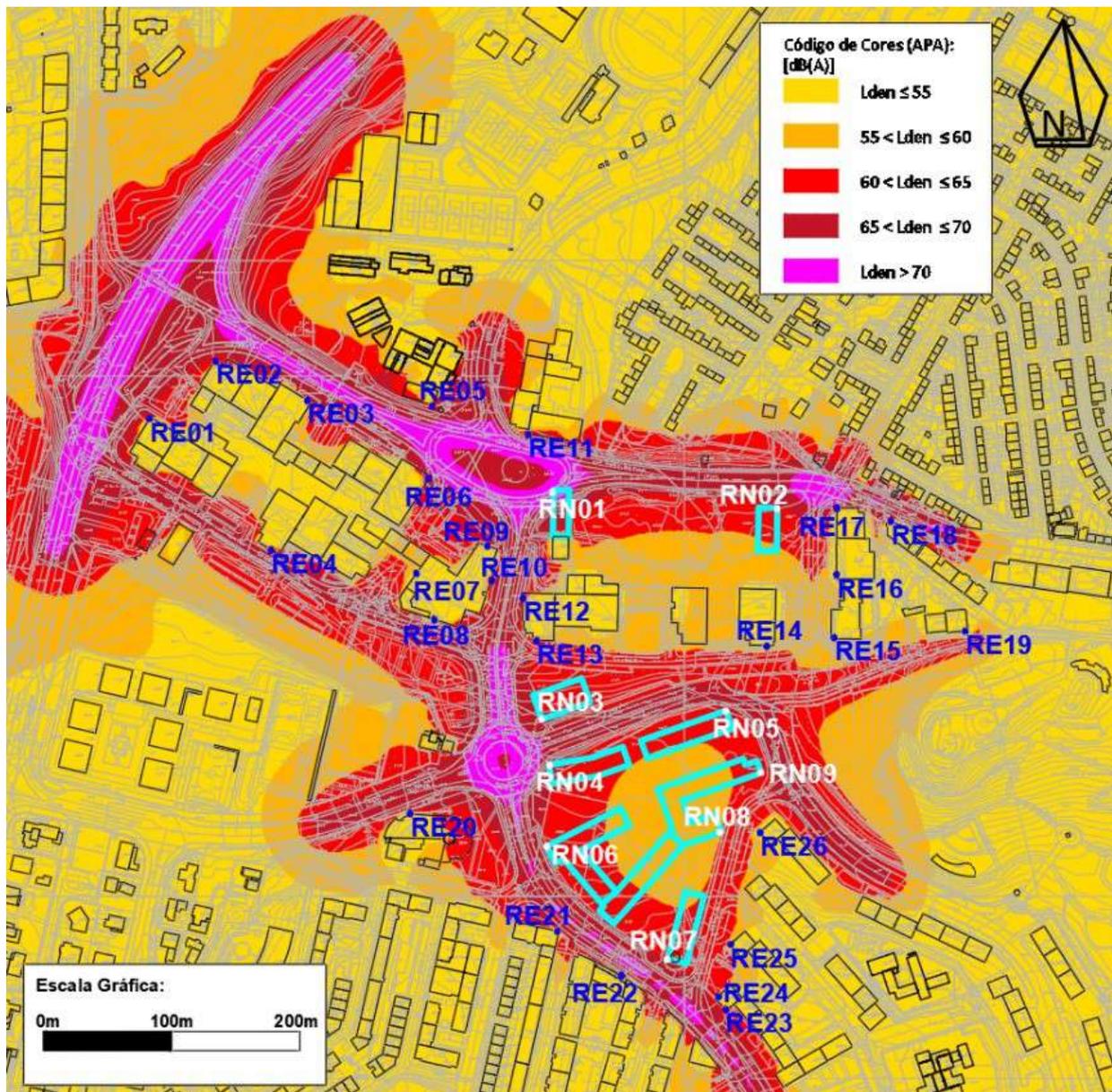


Figura 8 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual (L_{den})

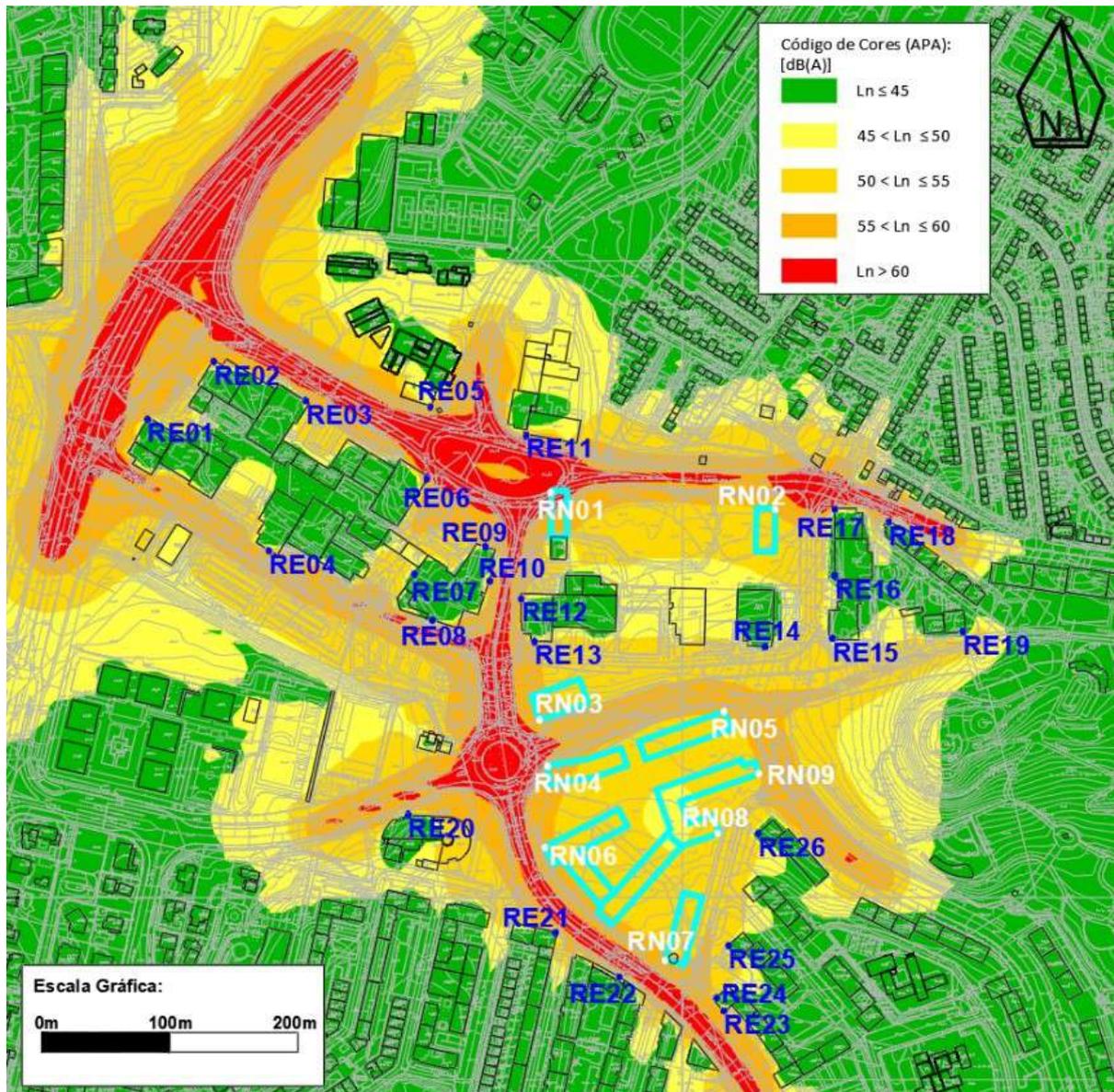


Figura 9 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Atual (Ln)

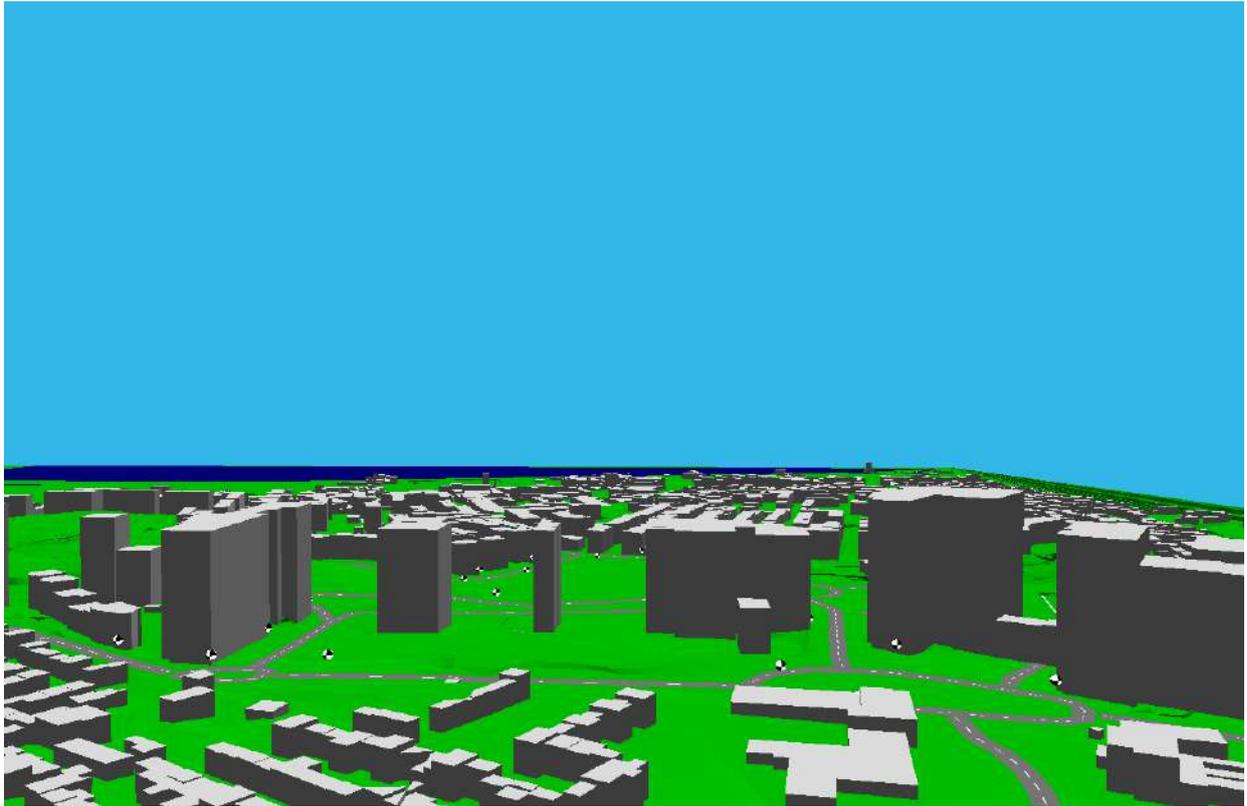


Figura 10 - Aspeto 3D do Modelo Acústico da Situação Atual (vista de norte para sul)

Tabela 7 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares (Situação Atual)

Recetores	Níveis Sonoros [dB(A)]			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}
RE01	63	60	56	64
RE02	62	59	55	63
RE03	63	60	56	65
RE04	64	61	57	66
RE05	64	61	57	66
RE06	65	62	58	66
RE07	56	53	49	57
RE08	65	61	58	66
RE09	61	58	54	63
RE10	62	59	55	64
RE11	66	63	59	68
RE12	63	60	56	65
RE13	60	57	53	62
RE14	56	54	50	58
RE15	55	52	48	56
RE16	55	53	49	57
RE17	66	64	59	68
RE18	65	62	58	67
RE19	59	55	52	60
RE20	62	59	55	64
RE21	63	60	57	65
RE22	64	61	57	66
RE23	62	59	55	64
RE24	60	57	53	62
RE25	57	54	50	59
RE26	57	55	51	59
RN01	71	68	64	72
RN02	63	60	56	64
RN03	64	61	58	66
RN04	66	63	59	67
RN05	63	60	56	65
RN06	63	60	56	65
RN07	63	60	56	64
RN08	58	56	51	60
RN09	61	59	55	63

3.4. SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA SEM CONCRETIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES (2033)

Como a Situação de Referência tem pouca diferença da Situação Atual (ver Tabela 6), não se desenvolve Mapa de Ruído para a Situação de Referência, apenas a previsão nos Recetores individualizados localizados na Figura 8 e na Figura 9.

Foi utilizado o descrito no capítulo “2.2 MODELO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA”, aplicável à Situação de Referência.

No Tabela 8 apresentam-se os Níveis Sonoros previstos, para a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações, nos Recetores individualizados considerados, onde se prevê os seguintes incumprimentos:

- Incumprimentos dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)]:
 - Em edifícios existentes junto a vias com variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego maior do que 2 dB (ver Tabela 6):
 - RE01 (junto via ID7), RE02 (junto via ID7).
 - Em edifícios existentes junto a vias com variação expetável dos níveis sonoros devido à variação de tráfego menor ou igual a 2 dB (ver Tabela 6):
 - RE03 (junto via ID8), RE04 (junto via ID15), RE05 (junto via ID8), RE06 (junto via ID8), RE08 (junto via ID15), RE10 (junto via ID13), RE11 (junto via ID8), RE12 (junto via ID13), RE17 (junto via ID10), RE18 (junto via ID11), RE20 (junto via ID18), RE21 (junto via ID22), RE22 (junto via ID22) e RE23 (junto via ID25).
 - Em novos edifícios associados às Operações em apreço:
 - RN01 (junto Rotunda 1, ID29RN02 (junto via ID10), RN03 (junto via ID17), RN04 (junto via ID17), RN05 (junto via ID19), RN06 (junto via ID22), RN07 (junto via ID22).

Tabela 8 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares [Situação de Referência (2033), sem concretização das Operações]

Recetores	Níveis Sonoros [dB(A)]			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}
RE01	63	61	57	65
RE02	63	60	56	64
RE03	64	61	57	65
RE04	65	62	58	66
RE05	65	62	58	66
RE06	66	63	59	67
RE07	56	54	50	58
RE08	65	62	58	67
RE09	62	59	55	63
RE10	63	60	56	64
RE11	67	64	60	68
RE12	64	61	57	65
RE13	61	58	54	62
RE14	57	55	51	59
RE15	55	53	49	57
RE16	56	54	49	58
RE17	67	64	60	68
RE18	66	63	59	67
RE19	59	56	52	61
RE20	63	60	56	64
RE21	64	61	57	65
RE22	65	62	58	66
RE23	63	59	56	64
RE24	61	58	54	62
RE25	58	55	51	59
RE26	58	55	51	60
RN01	72	69	65	73
RN02	63	61	57	65
RN03	65	62	58	67
RN04	66	64	60	68
RN05	64	61	57	65
RN06	64	61	57	65
RN07	63	60	56	65
RN08	59	56	52	60
RN09	62	59	55	64

3.5. SITUAÇÃO FUTURA COM CONCRETIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES (2033)

Para desenvolvimento de Mapa de Ruído próprio deste Estudo, e previsão dos níveis sonoros em Recetores individualizados, para a Situação Futura (2033), com concretização das Operações, foi utilizado o descrito no Capítulo “2.2 MODELO DE SIMULAÇÃO ACÚSTICA”, aplicável à Situação Futura (2033) com concretização das Operações.

Nas Figuras seguintes apresenta-se o Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura com concretização das Operações (2033, com a implementação do Projeto), assim como aspeto 3D do modelo acústico associado criado no *software* Cadna A. Apresentam-se também os Recetores Individualizados considerados, já apresentados no Mapa de Ruído da Situação Atual.

Na Tabela 9 apresentam-se os Níveis Sonoros previstos, para a Situação Futura (2033) com a concretização das Operações, nos Recetores individualizados considerados, onde se prevê os seguintes incumprimentos:

- Incumprimentos dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)]:
 - Em edifícios existentes com variação dos níveis sonoros nos Recetores maior do que 2 dB (ver Tabela 10):
 - Nenhum Recetor.
 - Em edifícios existentes com variação dos níveis sonoros nos Recetores menor ou igual a 2 dB (ver Tabela 10):
 - RE01, RE02, RE03, RE05, RE06, RE10, RE11, RE12, RE17, RE18, RE21, RE22 e RE23.
 - Em novos edifícios associados às operações em apreço:
 - RN01, RN02, RN04, RN06 e RN07.

A Erro! A origem da referência não foi encontrada. apresenta o diferencial entre a Situação Futura (2033) com a concretização das Operações, e a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações, demonstrando que em todos os casos o diferencial é menos do que 15 dB, cumprindo assim a Regra de Boa Prática da APA.

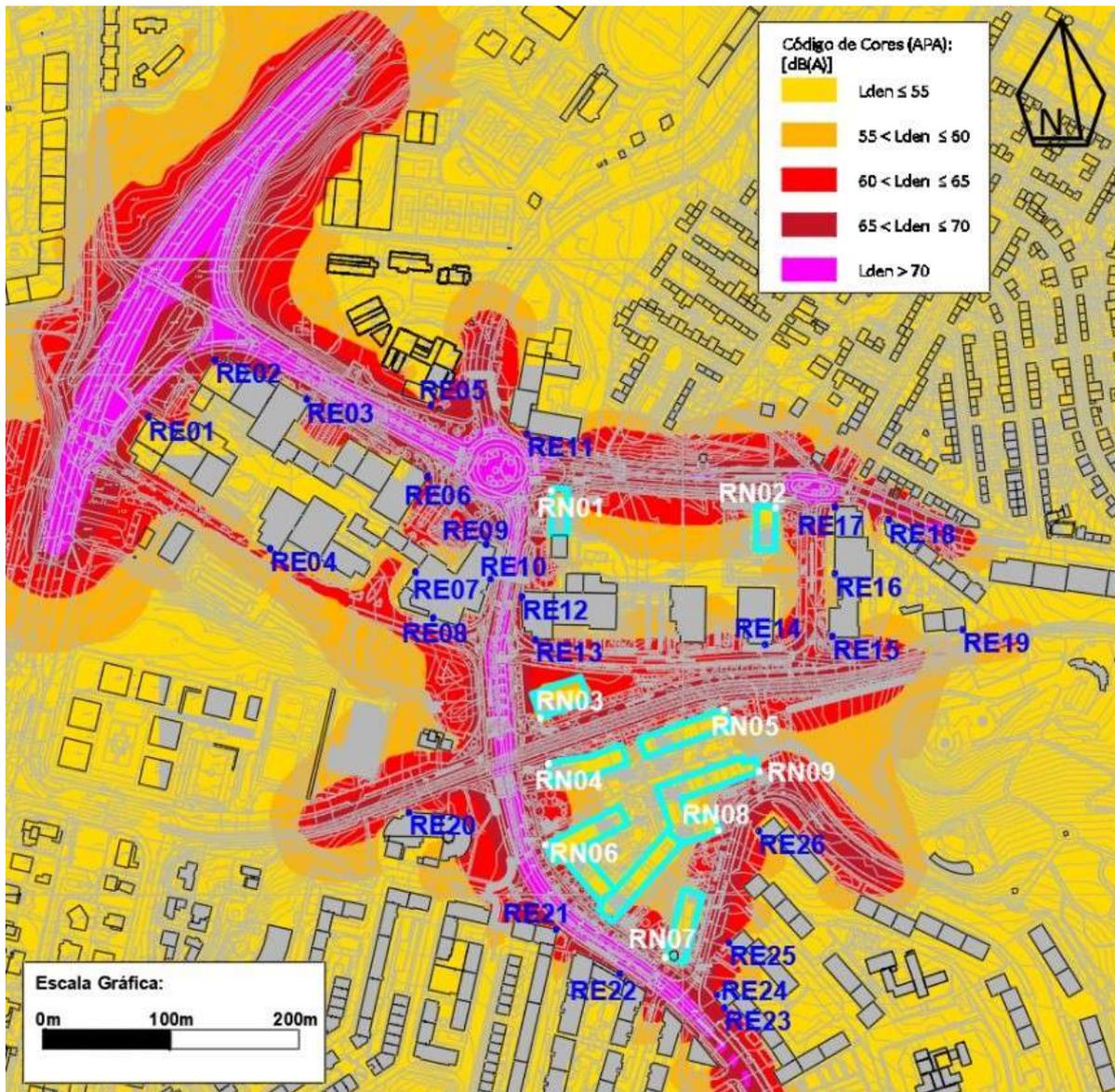


Figura 11 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com concretização das Operações (L_{den})

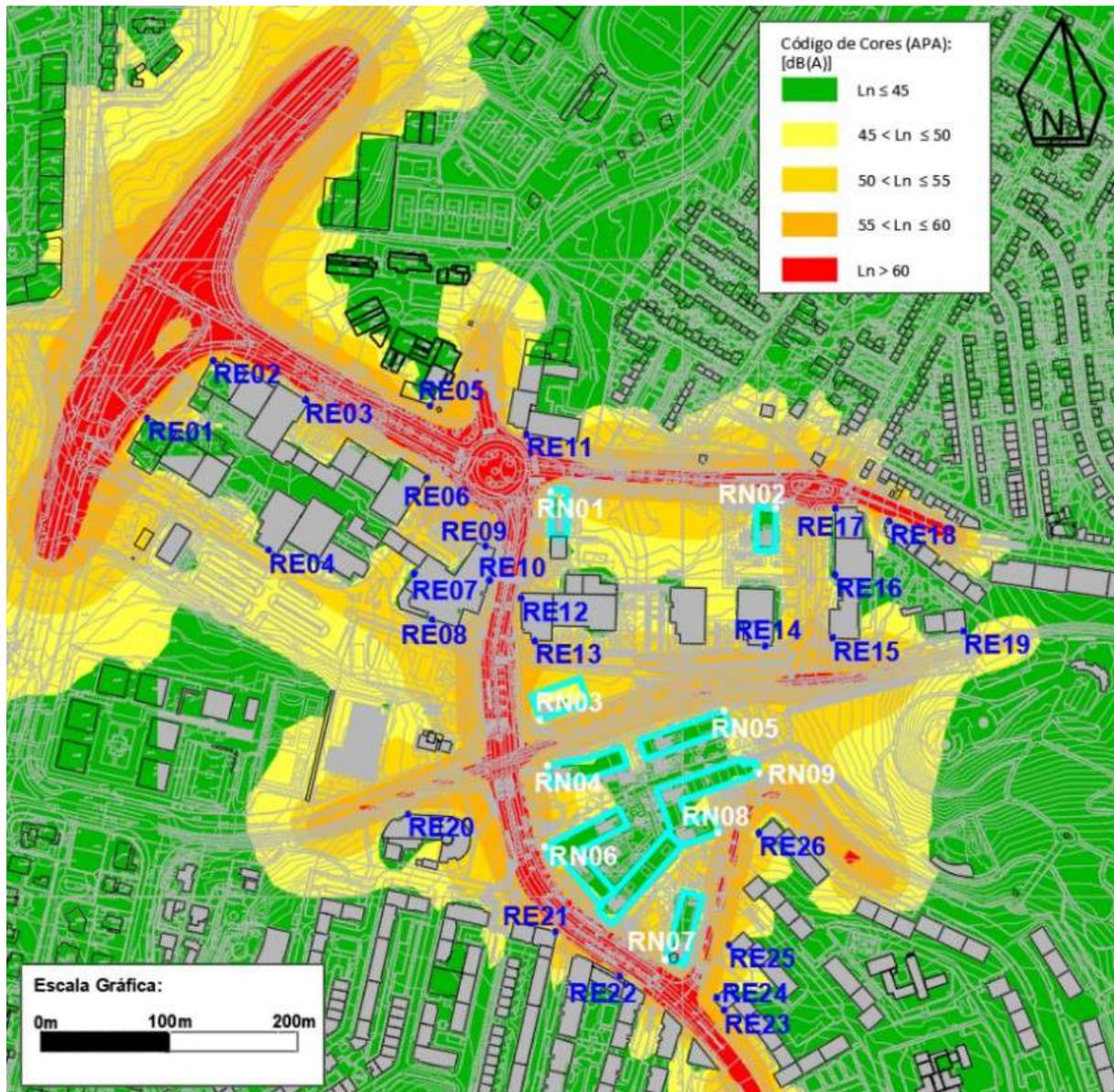


Figura 12 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com concretização das Operações (L_n)

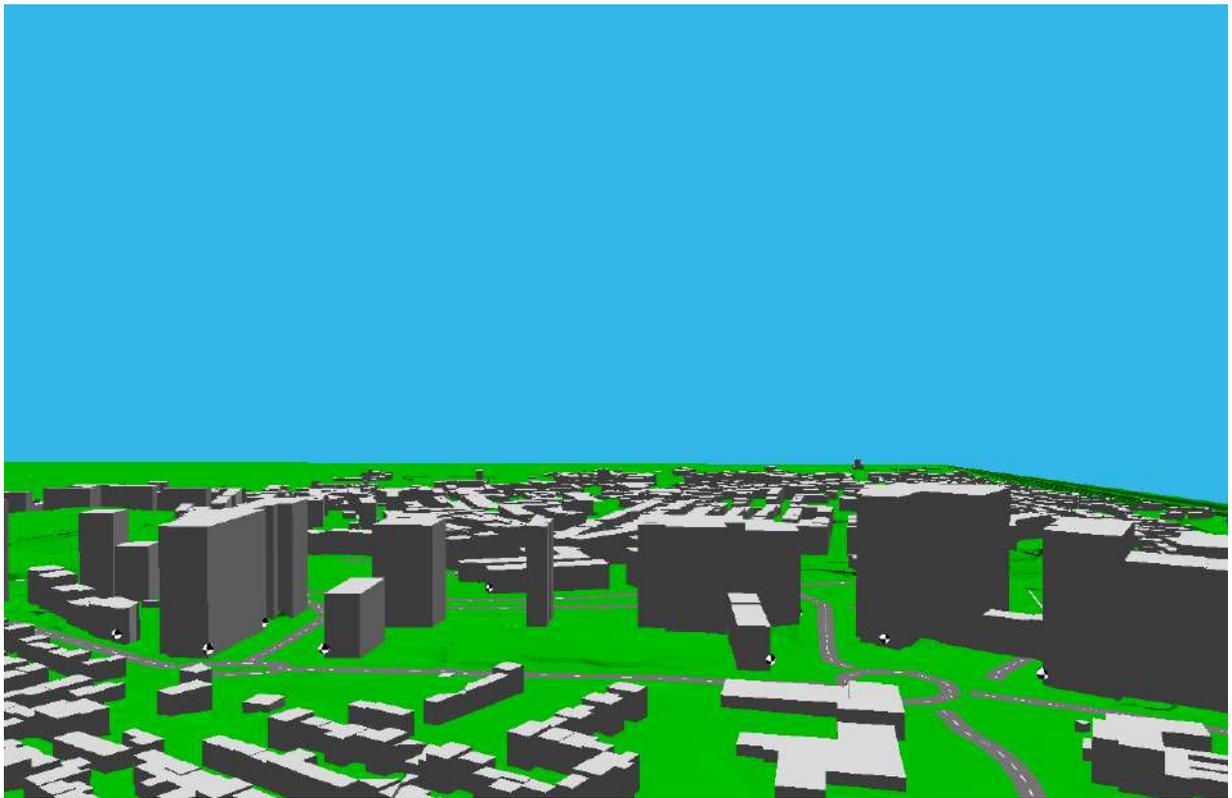


Figura 13 - Aspeto 3D do Modelo Acústico da Situação Futura (2033) com concretização das Operações (vista de norte para sul)

Tabela 9 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares [Situação Futura (2033) com concretização das Operações]

Recetores	Níveis Sonoros [dB(A)]			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}
RE01	65	62	58	67
RE02	65	61	57	66
RE03	65	62	58	66
RE04	57	55	50	59
RE05	64	61	57	65
RE06	63	60	56	64
RE07	53	50	46	54
RE08	59	57	53	61
RE09	62	59	55	63
RE10	64	60	57	65
RE11	66	63	59	67
RE12	65	62	58	67
RE13	62	59	55	64
RE14	62	59	55	63
RE15	62	59	55	64
RE16	56	53	49	58
RE17	65	63	59	67
RE18	65	62	58	67
RE19	52	49	46	54
RE20	62	59	55	63
RE21	66	63	59	67
RE22	67	64	60	68
RE23	63	59	56	64
RE24	62	59	55	63
RE25	61	59	54	63
RE26	62	59	55	63
RN01	64	61	57	66
RN02	63	60	56	65
RN03	62	59	55	64
RN04	64	61	57	65
RN05	61	58	54	63
RN06	65	62	58	66
RN07	64	61	57	66
RN08	62	59	55	63
RN09	58	55	51	60

Tabela 10 - Variação dos níveis sonoros nos Recetores individualizados [Situação Futura (2033) com concretização das Operações – Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações]

Recetores	Variação do Níveis Sonoros [dB]			
	Situação Futura com Operações (2033) – Situação de Referência (2033) sem Operações			
	L_d	L_e	L_n	L_{den}
RE01	2	1	1	2
RE02	2	1	1	2
RE03	1	1	1	1
RE04	-8	-7	-8	-7
RE05	-1	-1	-1	-1
RE06	-3	-3	-3	-3
RE07	-3	-4	-4	-4
RE08	-6	-5	-5	-6
RE09	0	0	0	0
RE10	1	0	1	1
RE11	-1	-1	-1	-1
RE12	1	1	1	2
RE13	1	1	1	2
RE14	5	4	4	4
RE15	7	6	6	7
RE16	0	-1	0	0
RE17	-2	-1	-1	-1
RE18	-1	-1	-1	0
RE19	-7	-7	-6	-7
RE20	-1	-1	-1	-1
RE21	2	2	2	2
RE22	2	2	2	2
RE23	0	0	0	0
RE24	1	1	1	1
RE25	3	4	3	4
RE26	4	4	4	3
RN01	-8	-8	-8	-7
RN02	0	-1	-1	0
RN03	-3	-3	-3	-3
RN04	-2	-3	-3	-3
RN05	-3	-3	-3	-2
RN06	1	1	1	1
RN07	1	1	1	1
RN08	3	3	3	3
RN09	-4	-4	-4	-4
Variação Máxima	7	6	6	7
Variação Mínima	-8	-8	-8	-7

Face ao estabelecido, verifica-se não serem necessárias medidas específicas no âmbito do presente Estudo, para os edifícios existentes, uma vez que em todos os casos, em que se prevê níveis sonoros acima dos limites de Zona Mista, a variação dos níveis sonoros, entre a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações e a Situação Futura (2033) com concretização das Operações, é menor ou igual a 2 dB, podendo assim ser “absorvida” pelo Plano de Ação de Ruído geral de Lisboa.

Para os novos edifícios previstos, afetos às Operações em apreço, verifica-se um incumprimento máximo de 3 dB, relativamente aos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A)], e apenas para o período noturno de RN06: $L_n \approx 58$ dB(A).

Assim, caso seja possível as Operações em apreço preverem a redução de velocidade nas vias com influência em RN01, RN02, RN04, RN06 e RN07, para uma velocidade de 30 km/h (redução de 3 dB nos níveis sonoros, acrescida de -1 dB, devido à consideração de 30% de veículos elétricos em 2033) ou manutenção da velocidade de 50 km/h mas implementação de pavimento menos ruidoso com uma eficácia de 3 dB na redução de ruído, prevê-se o cumprimento dos limites de Zona Mista.

No capítulo “4.2 FASE DE EXPLORAÇÃO” apresentam-se mais desenvolvimentos associados às medidas recomendadas.

4. MEDIDAS DE GESTÃO DO RUÍDO

4.1. FASE DE CONSTRUÇÃO E DE DESATIVAÇÃO

Apenas se recomendam medidas genéricas (<http://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA2903/anexo%20ii%20-%20medidasdeminimizacaogerais2016617165759.pdf>), para a fase de construção e de desativação:

- Deverá assegurar-se que são selecionados os métodos construtivos e os equipamentos que originem o menor ruído possível;
- Deverá garantir-se a presença em obra unicamente de equipamentos que apresentem homologação acústica nos termos da legislação aplicável e que se encontrem em bom estado de conservação/manutenção;
- Deverá proceder-se à manutenção e revisão periódica de todas as máquinas e veículos afetos à obra, de forma a manter as normais condições de funcionamento e assegurar o cumprimento das normas relativas à emissão de ruído;
- Deverá garantir-se uma circulação de veículos pesados – ou outros veículos afetos à obra - devidamente cuidada, com velocidade e procedimentos adequados ao tipo de via e proximidade de recetores sensíveis. Deverão ser selecionados acessos com menor potencial de afetação acústica.
- Nos veículos pesados de acesso à obra, o ruído global de funcionamento não pode exceder em mais de 5 dB(A) os valores fixados no livrete, de acordo com o nº 1 do Artigo 22º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro;
- Caso ocorram atividades junto a habitações, escolas ou hospitais, ou similares, nos períodos "proibidos" definidos no Artigo 14.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, será necessário solicitar Licença Especial de Ruído (LER) à Câmara Municipal.
- Pelo menos a população mais próxima das atividades deverá ser informada dos dias e horas previstos para a ocorrência das atividades mais ruidosas, em particular os Recetores com especial sensibilidade ao ruído no período diurno, ou muito próximos das atividades construtivas.

4.2. FASE DE EXPLORAÇÃO

Para a fase de exploração das Operações em apreço, e especificamente para o tráfego rodoviário, recomenda-se a redução de velocidade de 50 km/h para 30 km/h, ou a implementação de pavimento menos ruidoso com uma eficácia na redução de ruído de 3 dB, pelo menos para as seguintes vias:

- ID13: Rua Carlos Calisto.
- ID19: Rua Antão Gonçalves. De notar que a Rua Antão Gonçalves não terá tráfego rodoviário, pelo que a sua inclusão aqui, significa que o ruído associado ao Metro Ligeiro de Superfície previsto, deverá ter uma emissão sonora semelhante ao da Via com ID18 com uma velocidade de 30 km/h. Tal terá de ser devidamente controlado em Estudo Acústico específico associado ao Metro Ligeiro de Superfície.
- ID22: Av. da Ilha da Madeira.
- ID29: Rotunda 1:
- ID30: Rotunda 2.

Nas Figuras seguintes apresentam-se os Mapas de Ruído que contemplam a eficácia das medidas referidas, e na Tabela 11, os níveis sonoros associados previstos nos Recetores individualizados.

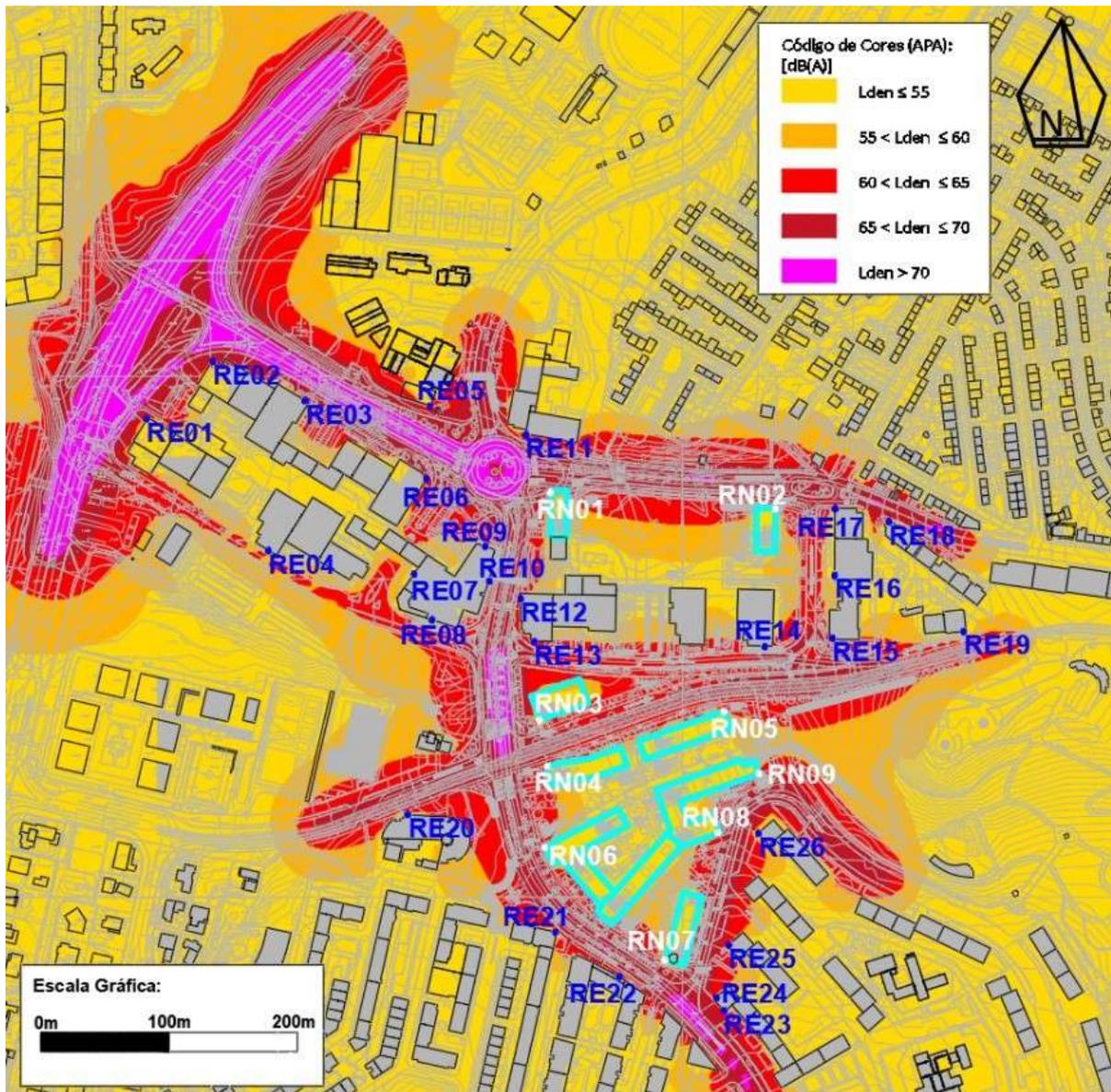


Figura 14 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com as medidas previstas (L_{den})

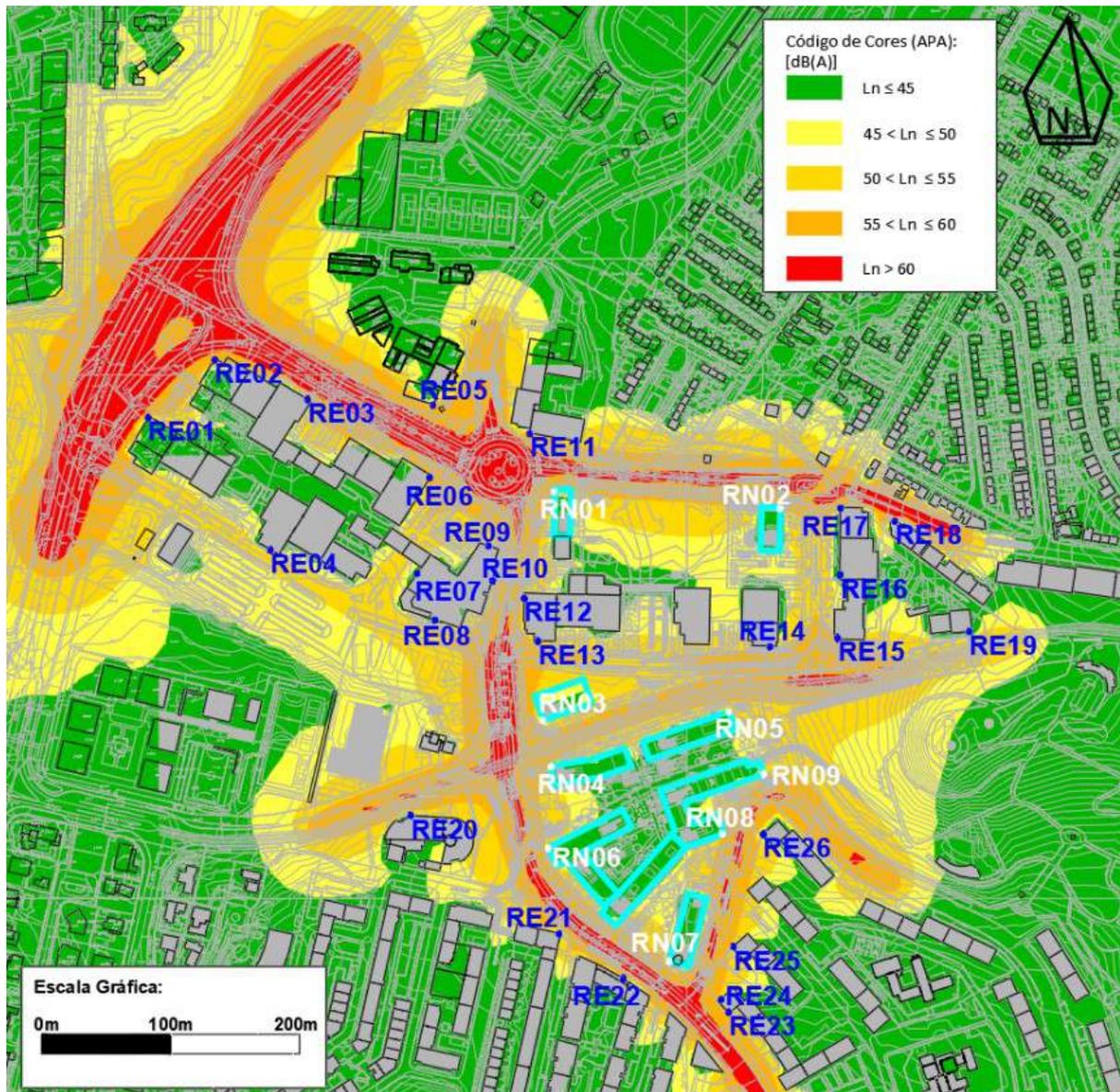


Figura 15 - Mapa de Ruído desenvolvido para a Situação Futura (2033) com as medidas previstas (L_n)

Tabela 11 - Níveis Sonoros previstos nos Recetores particulares [Situação Futura (2033) com as medidas previstas

Recetores	Níveis Sonoros [dB(A)]			
	<i>L_d</i>	<i>L_e</i>	<i>L_n</i>	<i>L_{den}</i>
RE01	65	62	58	67
RE02	65	61	57	66
RE03	65	62	58	66
RE04	57	55	50	59
RE05	64	61	57	66
RE06	62	59	55	63
RE07	53	50	46	54
RE08	59	56	53	61
RE09	60	57	53	61
RE10	61	58	54	62
RE11	64	61	57	65
RE12	62	59	55	64
RE13	62	59	55	63
RE14	62	59	55	63
RE15	62	59	55	63
RE16	56	53	49	57
RE17	63	61	56	65
RE18	65	62	58	67
RE19	57	54	50	58
RE20	61	59	55	63
RE21	63	60	56	64
RE22	64	61	57	66
RE23	62	59	55	64
RE24	61	58	54	63
RE25	61	59	54	63
RE26	62	59	55	63
RN01	62	59	55	64
RN02	62	59	55	64
RN03	62	59	55	63
RN04	62	59	55	63
RN05	59	57	53	61
RN06	62	59	55	63
RN07	62	59	55	63
RN08	61	59	55	63
RN09	58	55	51	60

Verifica-se que se prevê, para todos os novos edifícios, o cumprimento dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)].

Caso se opte pela implementação de Pavimento Menos Ruidoso, deverá ter-se em conta que, de acordo com a “Figure 4.9” do documento “Conference of European Directors of Roads – *Technical Report 2017 noise-reducing pavements – 01; State of the art in managing road traffic noise: noise-reducing pavements. 2017*”¹⁰, que se apresenta em seguida, os pavimentos vão perdendo eficácia na redução de ruído ao longo dos anos, sendo tipicamente utilizada a eficácia do pavimento depois de 8 anos de utilização.

Assim a eficácia de 3 dB recomendada para o pavimento a implementar – caso se opte por esta opção em alternativa à redução de velocidade de 50 km/h para 30 km/h – deverá assim ser a eficácia garantida até ao ano em que se prevê a substituição do pavimento (tipicamente 8 anos de utilização). Caso contrário deverá ser identificada e justificada a idade de pavimento considerada para a eficácia determinada.

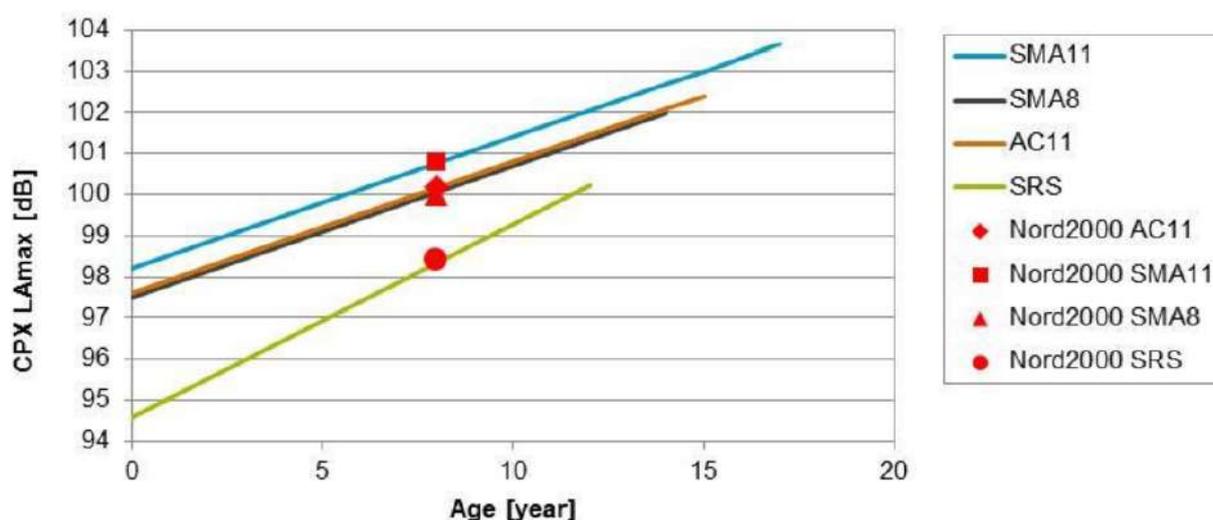


Figura 16 - Variação típica da eficácia na redução de ruído dos pavimentos com a idade

¹⁰ <https://www.cedr.eu/download/Publications/2017/CEDR-TR2017-01-noise-reducing-pavements.pdf>.

5. PLANO DE MONITORIZAÇÃO

5.1. FASE DE CONSTRUÇÃO

Apenas será necessária monitorização na fase de construção, caso ocorram atividades construtivas junto a habitações existentes, em dias úteis entre as 20h e as 8h, ou aos fins-de-semana e feriados.

Nesse caso, aponta-se, à partida, para campanhas mensais nos primeiros 3 meses e campanhas trimestrais nos meses seguintes.

Em função dos resultados das 1.^{as} campanhas será revista a periodicidade das campanhas seguintes, para maior ou menor incidência, em função de resultados superiores ou inferiores aos expetáveis e/ou maior ou menor incidência de reclamações devido ao ruído.

Em cada campanha deverão ser caracterizados os períodos de interesse (diurno, entardecer e/ou noturno) onde se prevê atividade construtiva e pelo menos os pontos onde é expetável maior afetação devido ao ruído da obra.

Os resultados das medições deverão ser analisados no sentido da verificação do cumprimento ou incumprimento dos requisitos legais, ou de boa prática, aplicáveis.

Caso exista incumprimento deverão ser equacionadas Medidas de Minimização complementares, e deverá ser revisto o Plano de Monitorização, incluindo, se necessário, a obtenção de valores de emissão/propagação sonora adequados a uma simulação mais rigorosa e um dimensionamento de medidas mais otimizado.

Em todos os casos, o tratamento dos dados deverá ser efetuado de forma rigorosa e explícita – tendo por base a normalização/guias aplicáveis – para que se obtenham resultados credíveis e correlacionáveis com as características intrínsecas e extrínsecas que se pretendem observar. Para além do referido, o tratamento dos dados deverá permitir tirar conclusões sustentadas e despoletar, fundamentadamente e se necessário, procedimentos corretivos e/ou complementares adequados. Nestas circunstâncias, as medições e o tratamento dos dados, assim como as eventuais revisões do Plano de Monitorização, deverão ser efetuados por técnicos de acústica habilitados para o efeito.

Deverá ser elaborado um Relatório de Monitorização por Campanha de Monitorização.

Os Relatórios de Monitorização a elaborar deverão estar em conformidade com o estabelecido no anexo V da Portaria n.º 335/2015, e deverão dar conta das eventuais evoluções técnicas que possam ocorrer ao longo da monitorização – não só no que concerne aos equipamentos de medição e metodologias de análise, como também no que concerne às Medidas de Minimização – e dos benefícios que possam daí advir, para a população vizinha e afeta às Operações em apreço, assim como se adaptar às possíveis modificações dos requisitos a analisar, quer devido a alterações legislativas, quer devido a alterações vinculativas de outra natureza.

5.2. FASE DE EXPLORAÇÃO

Dada a atual maior facilidade, acessibilidade e eficácia, recomenda-se a instalação de 6 pontos de monitorização contínua (PMC01 a PMC06), cuja localização se apresenta na Figura 17.

Em alternativa à instalação do Sistema de Monitorização Contínua, recomenda-se a realização de campanhas de monitorização por amostragem, nos mesmos pontos, todos os anos, 2 vezes por ano (uma campanha no verão e uma campanha no inverno).

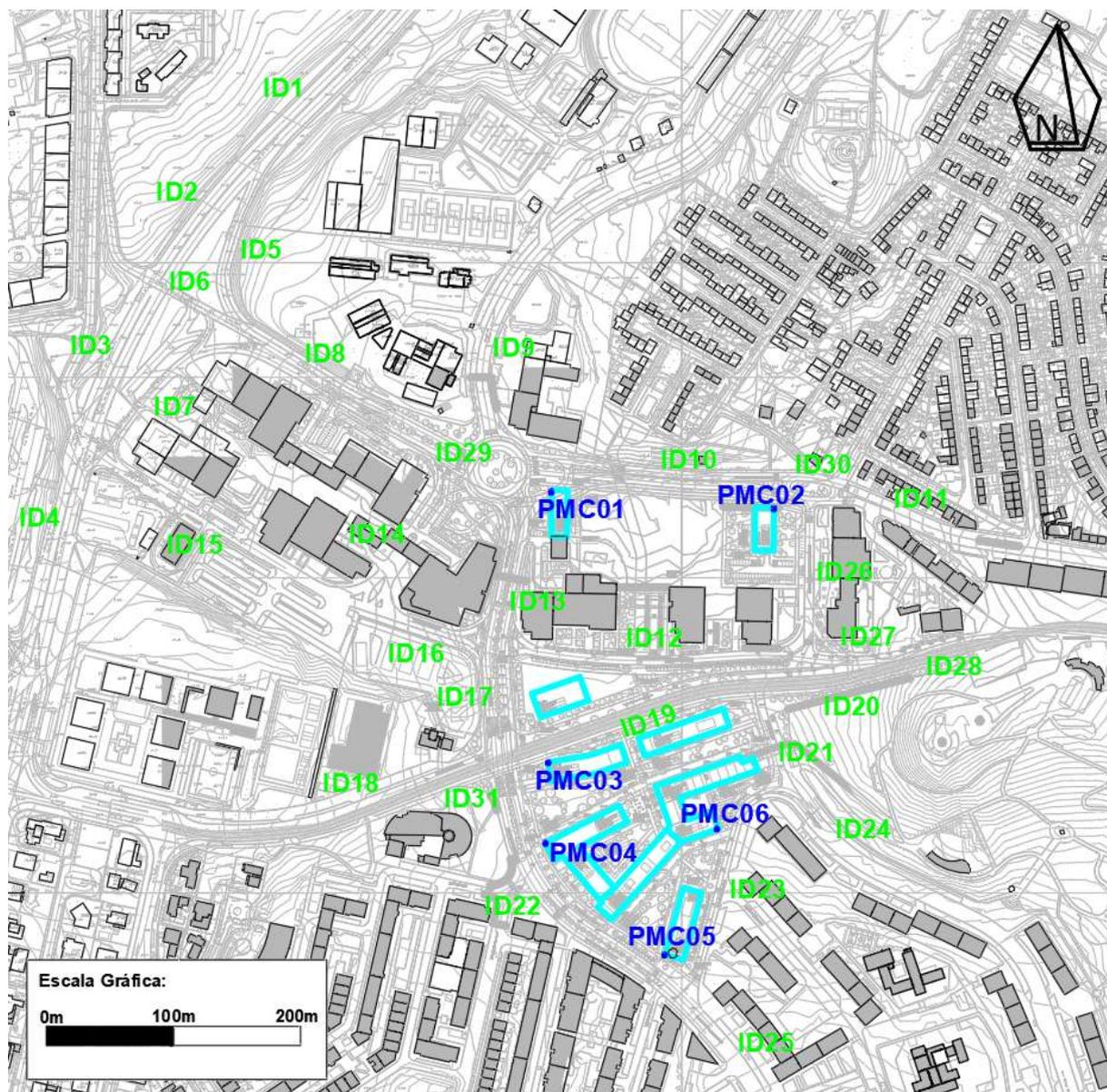


Figura 17 - Localização dos Pontos de Monitorização Contínua (PMC)

Os Pontos de Monitorização Contínua (PMC) (ou de monitorização por amostragem) possuem os seguintes objetivos principais:

- PMC01: Controlar a exposição ao ruído da Parcela B na zona previsivelmente mais exposta ao ruído de tráfego Rodoviário, em particular a eficácia na redução de ruído das medidas implementadas nas Vias de ID13 e ID29.
- PMC02: Controlar a exposição ao ruído da Parcela A na zona previsivelmente mais exposta ao ruído de tráfego Rodoviário, em particular a eficácia na redução de ruído das medidas implementadas nas Vias de ID30.
- PMC03: Controlar a exposição ao ruído do Lote 1 na zona previsivelmente mais exposta ao ruído de tráfego Rodoviário e ao ruído do Metro Ligeiro de Superfície (Via ID19).
- PMC04: Controlar a exposição ao ruído do Lote 3A na zona previsivelmente mais exposta ao ruído de tráfego Rodoviário, em particular a eficácia na redução de ruído das medidas implementadas nas Vias de ID22.
- PMC05: Controlar a exposição ao ruído do Lote 3B na zona previsivelmente mais exposta ao ruído de tráfego Rodoviário, em particular a eficácia na redução de ruído das medidas implementadas nas Vias de ID22.
- PMC06: Controlar a exposição ao ruído do Lote 3B na zona previsivelmente mais exposta ao ruído de tráfego Rodoviário, em particular se efetivamente não são necessárias medidas para a Via com ID23.

Caso se opte por monitorização por amostragem as mesmas deverão verificar os preceitos legais e de boa prática do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro e do documento “Agência Portuguesa do Ambiente – Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996. 2020”. Caso se opte por monitorização contínua, cada ponto deverá registar os níveis sonoros contínuos equivalentes ponderados A de x em x tempo, e apresentar esses valores em plataforma informática, com acesso por *login*, a utilizadores autorizados (por exemplo pessoas designadas pela Câmara Municipal), em tempo quase real, permitindo igualmente acesso ao histórico de valores ocorridos. O valor de x deverá ser o menor possível dentro das limitações técnicas associadas à publicação em tempo quase real dos valores, e o histórico deverá ser o maior possível. Recomenda-se um valor de x menor ou igual a 10 minutos e que o histórico permita o acesso pelo menos aos registos dos últimos 12 meses.

Em caso de reclamação, associada a fonte de ruído afeta às Operações, deverão ser efetuadas medições de ruído por empresa acreditada junto dos Recetores reclamantes.

Deverão ser elaborados Relatórios de Monitorização anualmente, dando conta das principais ocorrências acústicas do passado ano (por exemplo se ocorreram reclamações e os resultados associados do Relatório Acreditado de Ensaio) e apresentando resumos dos Resultados do Sistema de Monitorização Contínua ou os resultados da monitorização por amostragem. Toda a informação relevante para a boa apreciação do fator Ambiente Sonoro deverá ser incluída, nomeadamente, pelo menos no 1.º Relatório de Monitorização, resumo ou excerto (ou inclusão integral) do Relatório de Avaliação Acústica dos novos Edifícios, para a sua Licença de Utilização.

Os Relatórios de Monitorização deverão verificar o estabelecido no Anexo V da Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro.

O Relatórios de Monitorização, e as ações a implementar, deverão atentar aos seguintes princípios:

- Caso seja detetado incumprimentos dos requisitos acústicos aplicáveis, deverá ser equacionada a implementação de Medidas de Minimização e/ou de medidas de gestão complementares e a revisão do plano de monitorização incluindo novo Relatório de Monitorização após a concretização das medidas.

- Caso ocorra manutenção continuada do cumprimento dos requisitos acústicos aplicáveis, poderá ser equacionada uma periodicidade mais alargada ou mesmo a desnecessidade de novos Relatórios de Monitorização, ou a revisão do sistema de monitorização contínua ou do plano de amostragens.
- Caso ocorram modificações significativas das características de emissão, propagação ou receção sonora, deverá ser revisto o sistema de monitorização contínua e/ou o plano de monitorização.
- Caso existam reclamações potencialmente procedentes, deverão ser efetuadas medições junto aos Recetores reclamantes, por entidade acreditada (IPAC) para medições de ruído, emitindo um Relatório Acreditado de Ensaio, tendo em conta os limites aplicáveis.

6. CONCLUSÕES

O Estudo desenvolvido permitiu demonstrar que, nos Recetores Sensíveis existentes, onde se prevê níveis sonoros acima dos limites de Zona Mista, a variação de níveis sonoros entre a Situação de Referência (2033) sem concretização das Operações, e a Situação Futura (2033) com concretização das Operações, é menor ou igual a 2 dB (valor da incerteza típica deste tipo de modelação e limite da sensibilidade humana da sensação de intensidade) pelo que eventuais medidas necessárias deverão ser desenvolvidas no âmbito do Plano de Ação de Ruído geral de Lisboa, e não no âmbito do presente Estudo.

Permitiu também demonstrar que, para os novos edifícios, a implementação de Pavimento Meno Ruidoso, com uma eficácia de 3 dB na redução de ruído, ou a redução de velocidade de 50 km/h para 30 km/h, é suficiente para fazer cumprir os limites de Zona Mista em todos os novos edifícios previstos.

Dadas as incertezas e a necessidade de controlo dos níveis sonoros efetivamente ocorrente, foi desenvolvido e proposto um Plano de Monitorização de ruído.

7. EQUIPA TÉCNICA

Colaboraram neste estudo os seguintes técnicos:

Técnicos	FUNÇÃO/ESPECIALIDADE	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Manuela Miguel	Coordenação Geral	Licenciada em Engenharia do Ambiente, Ramo Sanitária
Vitor Rosão	Análise de Resultados e Elaboração de Relatório Modelação de Ruído	Licenciada em Física Tecnológica Mestre em Engenharia Física Doutor em Acústica Ambiental
Pedro Santos	Modelação	Licenciatura em Engenharia do Ambiente

Lisboa, 29 de setembro de 2021

8. BIBLIOGRAFIA

Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*. 2011.

Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996*. 2011.

Agência Portuguesa do Ambiente – *Nota técnica para avaliação do descritor Ruído em AIA. versão 2*. 2010.

Bayerisches Landesamt für Umwelt – *Parking Area Noise*. 2007.

Diário da República Portuguesa – Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março.

Diário da República Portuguesa – Declaração de Retificação n.º 26/2010, de 27 de agosto.

Diário da República Portuguesa - Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de agosto.

Diário da República Portuguesa – Decreto Legislativo Regional n.º 23/2010/A, de 30 de junho.

Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.

Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro.

Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro.

Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.

Diário da República Portuguesa – Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro.

Dutilleux, Guillaume; Gjestland, Truls; Licitra, Gaetano – *Challenges of the Use of Sound Emergence for Setting Legal Noise Limits*. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, 16, 4517.

Ekman, Maria; et. al. – *Similarity and pleasantness assessments of water-fountain sounds recorded in urban public spaces*. J. Acoust. Soc. Am. 138 (5), November 2015

European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) – *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure (Version 2)*. 2007.

Gjestland, Truls – *Background noise levels in Europe*. SINTEF ICT, 2008.

https://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/NoiseChart_Poster-%208.5x11.pdf_5399b289427535.32730330.pdf.

Instituto Superior Técnico– *Crítérios para análise de relações exposição-impacte do ruído de infra-estruturas de transporte*. 2009. (Trabalho elaborado para a Agência Portuguesa do Ambiente).

Jornal Oficial da União Europeia, L212, 28-08-2003 – Recomendação da Comissão 2003/613/CE de 6 de Agosto de 2003.

Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L168, 01-07-2015 – Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão de 19 de maio de 2015.

Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L189, 18-07-2002 – Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002.

NP 1996-1 – *Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*. 2019.

NP 1996-2 – *Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*. 2019.

NP ISO 9613-2 – *Acústica: Atenuação do som na sua propagação ao ar livre: Parte 2: Método geral de cálculo*. 2014.

Rosão, Vitor – *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. UALG, 2012. Dissertação de Doutoramento em Ciências da Terra do Mar e Ambiente.

Rosão, Vitor; Antunes, Sónia – *Limitações e Opções Alternativas da Modelação na Componente Ruído*. Castelo Branco, CNAI, 2006.

Recomendação da Comissão, (2003/613/CE) relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem como dados de emissões relacionados, 2003

PROFICO

A M B I E N T E

PROFICO AMBIENTE E ORDENAMENTO, LDA.

Morada: Rua Alfredo da Silva 11-B 1300-040 Lisboa

E-mail: ambiente@profico.pt

Tel.: (+351) 21 361 93 60

Fax: (+351) 21 361 93 69

www.proficoambiente.pt

