



Metropolitano de Lisboa

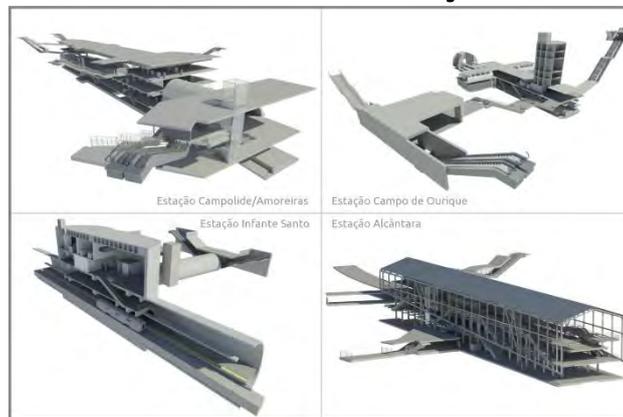


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I – VOLUME 8 – VIBRAÇÕES RUÍDO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO - ESTAÇÃO INFANTE SANTO – PROJETO ACÚSTICO DO ACESSO AO ESTALEIRO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031004 0
-----------------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Vitor Rosão Alice Ramos Daniel Fernandes		2024-10-10
Revisto			
Verificado			
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-10
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-10

	Nome	Assinatura	Data

Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO	3
2	MEDIDAS DIMENSIONADAS	3

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente Relatório apresenta o Projeto Acústico do Acesso ao Estaleiro da Estação Infante Santo, na fase de construção.

2 MEDIDAS DIMENSIONADAS

No Estudo de Ruído, na fase de construção, está estabelecido que apenas estão previstas atividades construtivas no período diurno, pelo que, ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do Regulamento Geral do Ruído (RGR; DL 9/2007) só existindo habitações, como Recetores Sensíveis na proximidade direta, não existem limites específicos a cumprir.

De qualquer forma considerou-se boa prática construir o acesso acústico que se localiza na Figura 1, com as seguintes características geométricas e de isolamento e absorção sonora, para proteção acrescida da população:

- Elementos Laterais:
 - Lado Esquerdo:
 - Altura: 5 m; Extensão: 41 m; Área: $41 \times 5 = 205 \text{ m}^2$.
 - Lado direito:
 - Altura: 5 m; Extensão: 38 m; Área: 190 m^2 .
- Índice de Redução Sonora: $R_w \geq 26 \text{ dB}$.
- Índice de coeficiente de Absorção Sonora: $\alpha_w \geq 0.6$.
- Recomenda-se também a cobertura – de forma removível, para eventual necessidade de passagem de estruturas com altura superior a 5 m, mas com manutenção coberta durante o maior tempo possível, para proteção dos moradores no local – com material de características idênticas:
 - Índice de Redução Sonora: $R_w \geq 26 \text{ dB}$.
 - Índice de coeficiente de Absorção Sonora: $\alpha_w \geq 0.6$.
 - Área da cobertura: 214 m^2 .

Na Figura 2 e Figura 3 apresentam-se os mapas de Ruído horizontais e verticais, respetivamente para a solução de Acesso Acústico só com painéis laterais e para a solução também com cobertura, sendo evidente, nos mapas de ruído verticais, o benefício significativo da implementação da cobertura, ainda que de forma removível.

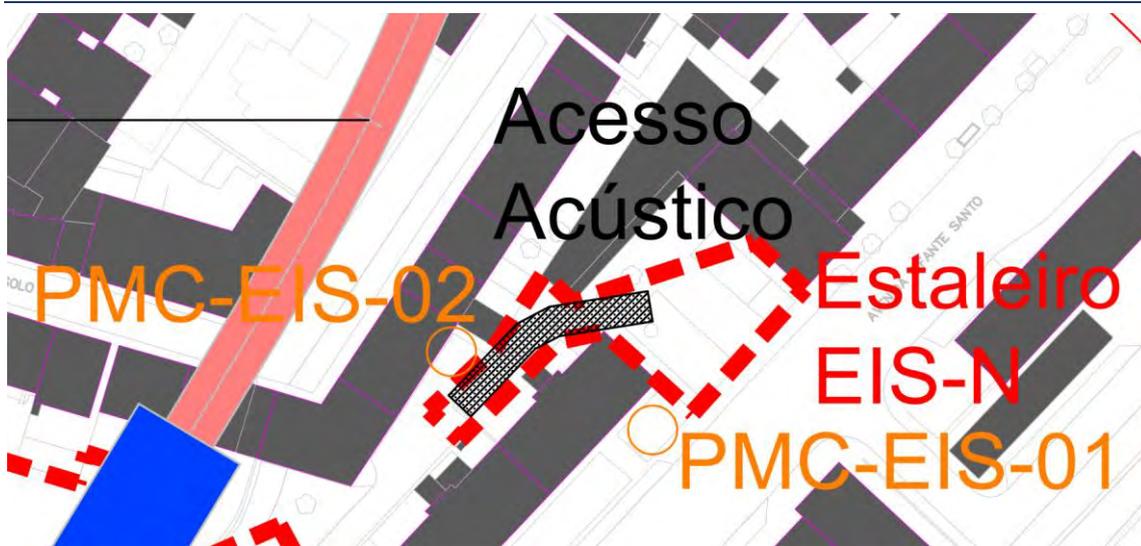


Figura 1: Localização mais detalhada do Acesso Acústico em EIS-N

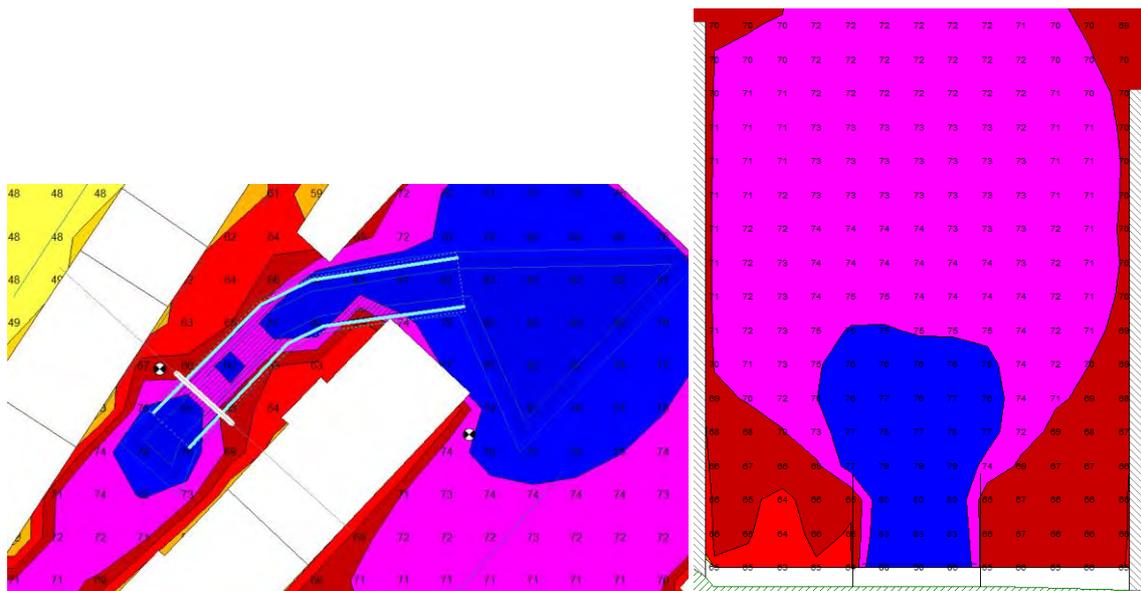


Figura 2: Mapa de Ruído horizontal (MRh; malha 5x5 m; à esquerda) e vertical (MRv; malha 1.5x1,5m; à direita; o MRv desenvolve-se na linha branca no MRh) na zona do Acesso Acústico (EIS) apenas com Barreiras laterais

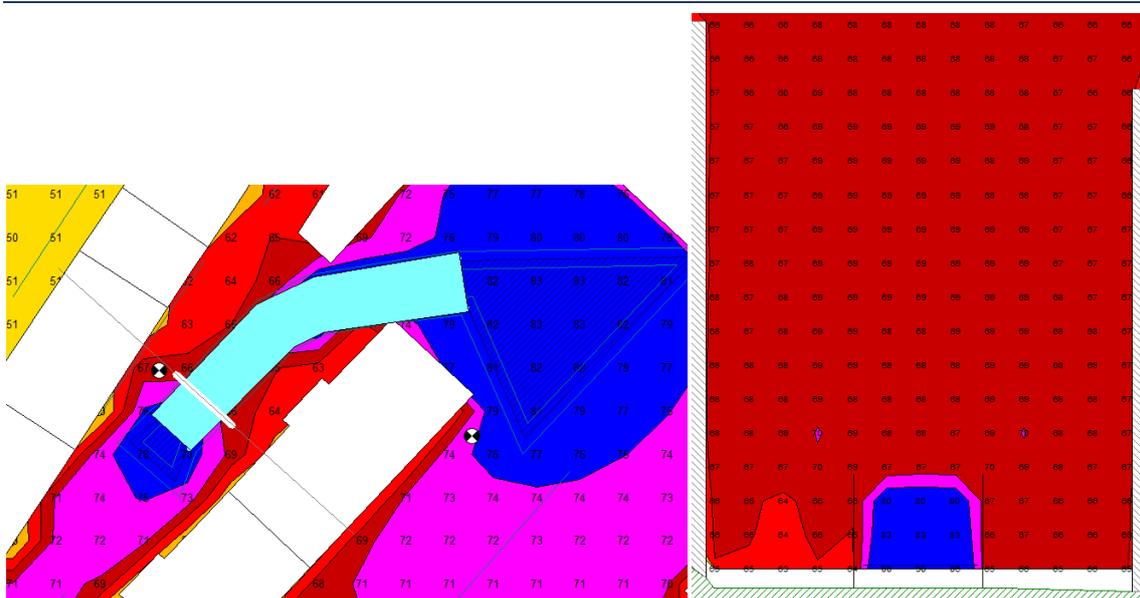


Figura 3: Mapa de Ruído horizontal (MRh; malha 5x5 m; à esquerda) e vertical (MRv; malha 1.5x1,5m; à direita; o MRv desenvolve-se na linha branca no MRh na zona do Acesso Acústico (EIS) com Barreiras laterais e cobertura do acesso



Metropolitano de Lisboa

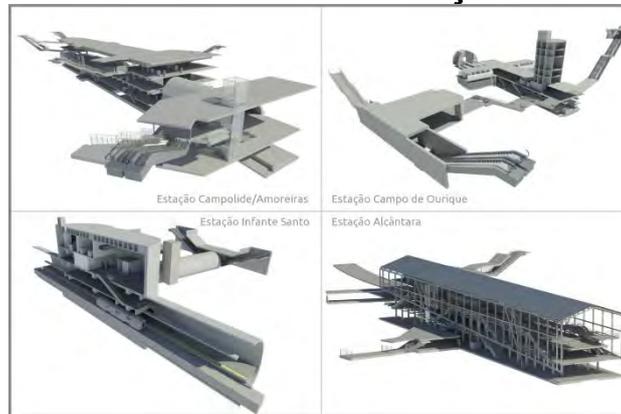


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I – VOLUME 8 – VIBRAÇÕES RUÍDO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO – ESTUDO DE RUÍDO PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031000 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	João d'Almeida Vitor Rosão Alice Ramos		2024-10-10
Revisto			
Verificado			
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-10
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-10

	Nome	Assinatura	Data

Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO	4
2	PONTOS DA DIA	4
2.1	Ponto da DIA identificado como ID1	4
2.2	Ponto da DIA identificado como ID2.....	5
2.3	Ponto da DIA identificado como ID3.....	5
2.4	Ponto da DIA identificado como ID4.....	5
2.5	Ponto da DIA identificado como ID5.....	6
2.6	Ponto da DIA identificado como ID6.....	6
3	ESTUDO ADICIONAL DE RUÍDO PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO	7
3.1	Enquadramento Legal e de boa prática.....	8
3.2	Generalidade da presente obra	9
3.3	Modelação de ruído e dados de base	11
3.3.1	Estaleiro Central.....	12
3.3.2	Estaleiro ECA.....	15
3.3.3	Estaleiro PV211	19
3.3.4	Estaleiro ECO	21
3.3.5	Estaleiro PV215.....	26
3.3.6	Estaleiro EIS.....	34
3.3.7	Estaleiros BAL, VDT e EAL	41
3.3.8	Estaleiro PV217.....	45
4	Reavaliação de impactes.....	48
5	Medidas	49
5.1	Medidas previstas no EIA.....	49
5.2	Complementação das medidas previstas no EIA.....	51
5.2.1	Antes do início da construção	51
5.2.2	Durante Fase de Construção.....	55
5.3	Indicação de medidas típicas.....	55
6	Plano de Monitorização da fase de construção.....	59
6.1	Generalidades	59
6.2	Identificação dos parâmetros a monitorizar.....	62
6.3	Critério de Licença Especial de Ruído e compartimentos sensíveis ao ruído.....	62
6.4	Locais e frequência de amostragem	63

Anexo I – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Campolide/Amoreiras (ECA)	69
Anexo II – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Campo de Ourique (ECO).....	71
Anexo III – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Infante Santo (EIS).	73
Anexo IV – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação de Alcântara (EAL)	75
Anexo V – Lista de equipamentos previstos para a construção do Túnel de Via (TV).....	77
Anexo VI – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV211.....	79
Anexo VII – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV215	81
Anexo VIII – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV217	83
Anexo IX – Lista de equipamentos previstos para a construção do Viaduto.....	85
Anexo X – Lista de equipamentos previstos para as Obras Especiais OE5 (Túnel na zona do Baluarte) e OE6 (Túnel na zona do Alvito).....	87

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente Relatório apresenta o Estudo de Ruído, fase de Projeto de Execução, da fase de construção.

2 PONTOS DA DIA

A Declaração de Impacte Ambiental (DIA) constante em https://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA3462/tua_aia3462202282917951.pdf, possui os seguintes principais pontos com maior relevância para este Estudo:

Quadro 1: Resumo dos pontos da DIA com interesse para o presente Estudo

ID neste Estudo	Parte da DIA	N.º na parte na DIA	Transcrição parcial (transcrição mais completa nos subcapítulos seguintes)
1	Elementos a apresentar em RECAPE	10	<i>10. Estudo adicional de ruído ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
2	Medidas de Minimização Fase Prévia à Obra	26	<i>26. Planear a empreitada garantindo que ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
3	Medidas de Minimização Fase de Obra	77	<i>77. Instalar uma barreira acústica ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
4	Medidas de Minimização Fase de Obra	78	<i>78. Adotar em zonas de estaleiros ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
5	Medidas de Minimização Fase de Obra	79	<i>79. Selecionar os equipamentos a utilizar ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
6	Programas de monitorização	3	<i>3. Programa de Monitorização do Ambiente Sonoro ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro)

2.1 Ponto da DIA identificado como ID1

10. Estudo adicional de ruído para as fases de construção e exploração, que estime com rigor acrescido o ruído decorrente do projeto, definindo medidas adicionais de minimização de ruído a adotar em obra e aferindo a necessidade de redimensionamento das barreiras acústicas previstas para o viaduto de Alcântara no sentido da sua maior extensão e/ou altura. As medidas devem ser definidas de modo a garantir que, após a sua adoção, não venham a ser verificados, na fase de construção, valores superiores aos limites L_e de 60 dB(A) e L_n de 55 dB(A) e ainda ao valor recomendado L_d de 65 dB(A) e, na fase de exploração, aos limites L_{den} de 65 dB(A) e L_n de 55 dB(A), conforme estabelecido no Regulamento Geral do Ruído (D.L. n.º 9/2007).

2.2 Ponto da DIA identificado como ID2

De notar que as partes não associadas ao ruído na fase de construção não são transcritas.

26. Planear a empreitada garantindo que:

a.

b. As operações de construção que se desenrolem na proximidade (que pode ser entendida como até 200 m de distância) de edifícios habitacionais, nomeadamente nas zonas das Estações das Amoreiras, Campo de Ourique e Infante Santo, do PV1 e PV2, e da saída do túnel e viaduto de Alcântara, devem ter lugar apenas nos dias úteis entre as 8h00 e as 20h00, conforme legislação em vigor.

c. Caso venha a ser identificada, no Estudo adicional de Ruído, a necessidade pontual de ser executada uma determinada operação fora destes dias e horários, por ter de ser realizada em contínuo por razões técnicas e de segurança, pode, excepcionalmente, ser solicitada uma Licença Especial de Ruído (LER), na qual devem ficar estabelecidas, no mínimo, as medidas de redução de ruído constantes da decisão e as medidas a constarem do Estudo adicional de Ruído, a serem aplicadas para minimizar os incómodos gerados à população.

d. As operações associadas ao PV2 na zona da Escola Eng.º Ressano Garcia apenas decorram nos horários letivos caso venha a ser obtida uma LER na qual devem ficar estabelecidas, no mínimo, as medidas de redução de ruído constantes da decisão e as medidas a constarem do Estudo adicional de Ruído, a serem aplicadas para minimizar os efeitos negativos na aprendizagem dos alunos do 1º ciclo e no descanso dos que frequentam o Jardim Infantil.

e. ...

f. ...

2.3 Ponto da DIA identificado como ID3

77. Instalar uma barreira acústica com características absorventes, com altura prevista entre 3 e 5 m, para reforço da proteção do ruído das obras na Escola Eng.º Ressano Garcia.

2.4 Ponto da DIA identificado como ID4

78. Adotar em zonas de estaleiros, em particular nos previstos para as zonas das Estações das Amoreiras, Campo de Ourique, Infante Santo e Alcântara, PV1, PV2 e zona adjacente à Casa de Goa, medidas de contenção das emissões sonoras. Estas medidas podem assumir a forma de:

a. painéis acústicos isolantes ($R_w > 27$ dB) e absorventes (coeficiente de absorção sonora $\alpha \geq 0,6$ nas bandas de oitava centradas nas frequências a partir de 250Hz) em substituição da vedação do estaleiro; e/ou

b. insonorização de equipamentos, através de atenuadores de ruído ou canópias insonorizantes; e/ou c. implantação dos equipamentos ruidosos afastada dos locais com utilização sensível ao ruído.

2.5 Ponto da DIA identificado como ID5

79. Selecionar os equipamentos a utilizar atendendo à grandeza das suas emissões sonoras, escolhendo os que apresentem menor potência sonora.

2.6 Ponto da DIA identificado como ID6

De notar que as partes não associadas ao ruído na fase de construção não são transcritas.

3. Programa de Monitorização do Ambiente Sonoro

O Programa de Monitorização do Ambiente Sonoro deve abranger duas fases correspondentes aos trabalhos de construção e à evolução da exploração do traçado.

Parâmetros a monitorizar, procedimentos de medição e requisitos das entidades e equipamentos

A caracterização acústica a efetuar será baseada nos registos e análise dos valores do nível sonoro contínuo equivalente ponderado em malha A de longa duração L_{Aeq} , especificado na legislação nacional em vigor.

Serão ainda registados os valores de diversos índices estatísticos, no sentido de assessorar a análise.

Para além destes índices devem ser registados, em cada local, os espectros dos sinais sonoros em bandas de frequência de 1/3 de oitava, durante o funcionamento de máquinas, equipamentos e quaisquer operações ruidosas. Para averiguar da existência ou não de características impulsivas do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação deve ser monitorizado o nível sonoro contínuo equivalente, L_{Aeq} , em simultâneo com característica impulsiva e fast.

As medições acústicas serão efetuadas na vigência dos três períodos de referência definidos na alínea p) do Artigo 3º do RGR, conduzindo à determinação dos valores dos indicadores de ruído ambiente: L_d (L_{Aeq} no período diurno), L_e (L_{Aeq} no período entardecer) e L_n (L_{Aeq} no período noturno).

...

Os procedimentos experimentais seguidos durante a realização das medições acústicas efetuadas devem estar em conformidade com as recomendações constantes nas normas portuguesas aplicáveis, nomeadamente com as estabelecidas na Norma Portuguesa NP ISO 1996 Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente e no Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente, APA, Julho 2020.

Os trabalhos de monitorização de ruído devem ser executados por uma entidade acreditada pelo IPAC, conforme requisito constante no artigo 34º do RGR.

O(s) equipamento(s) de medição acústica a utilizar são sonómetros integradores de classe de precisão 1, com análise em frequência por bandas de terços de oitava, homologado(s) pelo Instituto Português da Qualidade e devidamente verificado(s) por Laboratório de Metrologia Acústica.

Fase de construção

Locais de amostragem

Durante a fase de construção, os locais de monitorização devem ser selecionados em função da proximidade dos recetores com usos sensíveis ao ruído relativamente aos locais em obra. Os locais de avaliação acústica devem incluir, pelo menos, os mesmos pontos avaliados na situação de referência e corresponder às seguintes zonas com usos do solo com sensibilidade ao ruído mais próximos de obras à superfície e poços de ataque:

- Entre cerca do PK 0+500 e cerca do PK 0+800, ambos os lados.
- Entre cerca do PK 0+950 e cerca do PK 1+000, lado ascendente.
- Entre cerca do PK 1+550 e cerca do PK 1+800, ambos os lados.
- Entre cerca do PK 2+080 e cerca do PK 2+140, ambos os lados.
- Entre cerca do PK 2+400 e cerca do PK 2+600, ambos os lados.
- Entre cerca do PK 3+200 e cerca do PK 3+700, ambos os lados.

Zonas ou locais de amostragem devem ser identificados em maior detalhe em sede de projeto de execução, com base nos elementos finais de projeto.

Poderão ser selecionados outros locais resultantes de reclamações.

Periodicidade das campanhas de monitorização

A periodicidade das campanhas de monitorização dependerá da calendarização e regime de construção (atividades e funcionamento de máquinas e equipamentos), devendo, no mínimo, ocorrer trimestralmente.

As amostras, a serem obtidas em cada um dos três períodos de referência caso determinadas fases da obra venham também a ocorrer em período entardecer e noturno em virtude de deterem uma Licença Especial de Ruído, devem ser recolhidas durante a ocorrência das situações mais críticas em termos de emissões sonoras para os recetores sensíveis mais próximos. Para cada um dos períodos de referência, os resultados apurados devem ser apresentados por dia, não devendo serem efetuadas médias de vários dias.

...

Critérios de análise de resultados e ações a adotar

Os critérios de análise dos resultados obtidos nas medições acústicas a efetuar serão os estabelecidos na legislação sobre ruído ambiente em vigor, nomeadamente no Regulamento Geral do Ruído (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.

Em fase de construção, os valores obtidos para os indicadores de ruído L_e e L_n devem ser comparados com os valores limites fixados no Artigo 15.º do RGR e ainda, para o indicador L_d , comparados com o valor recomendado de 65 dB(A) que pode conter os efeitos mais severos de risco para a saúde humana e na aprendizagem das populações escolares. Caso sejam verificados valores superiores aos indicados, os trabalhos construtivos/o funcionamento dos equipamentos responsáveis pelas maiores emissões sonoras devem cessar, especialmente no período noturno, no caso das zonas cujos recetores sensíveis sejam habitações, mas também no período diurno, no caso de proximidade a escolas, até que sejam adotadas medidas suplementares às estabelecidas.

...

3 ESTUDO ADICIONAL DE RUÍDO PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO

Este capítulo concretiza assim o Estudo previsto no ponto da DIA identificado no capítulo anterior ("2. Pontos da DIA") como ID1. Nos subcapítulos seguintes serão identificados, sempre que relevante, os pontos da DIA na forma de IDnDIA. Por exemplo ID1DIA, significa o ponto identificado no capítulo anterior ("2. Pontos da DIA") como ID1.

3.1 Enquadramento Legal e de boa prática

Entende-se que a Fase de Construção corresponde a um Atividade Ruidosa Temporária (ART; definição na alínea b) do Artigo 3.º do RGR), sendo aplicável o Artigo 14.º e 15.º do Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro – aprovado pelo Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, revisto pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

No essencial o Artigo 14.º e 15.º do RGR estabelecem:

- Existência de condicionantes acústicas apenas para obras junto a habitações, escolas, hospitais e similares (Recetores Sensíveis para ART) nos seguintes horários (horários proibidos):
 - Habitações: dias úteis 20h às 8h e fins-de-semana e feriados.
 - Escolas: horário de funcionamento.
 - Hospitais e similares: horário de funcionamento.
- Para obras junto de habitações, escolas ou hospitais e similares (Recetores Sensíveis para ART), a operar nos períodos proibidos do Artigo 14.º do RGR, referidos anteriormente, será necessário solicitar Licença Especial de Ruído (LER) à Câmara Municipal, ao abrigo do Artigo 15.º do RGR. Antecedência mínima do pedido de 15 dias.
- Para obras/LER até um mês na proximidade de Recetores Sensíveis para ART, nos períodos proibidos, não existem limites objetivos, a não ser os que eventualmente a LER estabeleça.
- Para obras/LER de mais de um mês na proximidade de Recetores Sensíveis para ART, nos períodos proibidos, são pelo menos aplicáveis, em cada dia, os limites do n.º 5 do Artigo 15.º do RGR (poderá a LER estabelecer requisitos acrescidos):
 - $L_{Aeq,entardecer}$ (Recetores para ART, com sensibilidade no entardecer) ≤ 60 dB(A).
 - $L_{Aeq,noturno}$ (Recetores para ART, com sensibilidade à noite) ≤ 55 dB(A).
- Na ausência de limite legal para o período diurno, afigura-se adequado considerar (em linha com ID1DIA), para o caso especial das escolas, hospitais e similares, com especial sensibilidade no período diurno, o seguinte limite de boa prática:
 - $L_{Aeq,diurno}$ (escolas, hospitais e similares, com sensibilidade de dia) ≤ 65 dB(A).
- Para obras não junto de habitações, escolas ou hospitais e similares (Recetores Sensíveis para ART), ou junto, mas a não operar nos períodos proibidos do Artigo 14.º do RGR, referidos anteriormente, não existem condicionantes acústicas específicas e não é necessário solicitar Licença Especial de Ruído (LER).
- Não sendo claro o conceito de junto e não junto, o documento “Agência Portuguesa do Ambiente – *Harmonização da aplicação das Licenças Especiais de Ruído. Guia Prático. 2019*”¹ estabelece no seu capítulo “2. Harmonização do conceito de atividade ruidosa temporária”:

“... não constituem atividades ruidosas temporárias: – as que estão suficientemente afastadas de recetores sensíveis a ponto de não serem aí audíveis...”

Sendo o conceito de audibilidade muito subjetivo e pouco em linha com o caráter mais objetivo do RGR, afigura-se adequado considerar, de forma mais concreta, que não constituem “Atividades Ruidosas Temporárias” – no sentido de não serem aplicáveis as proibições de operação do Artigo 14.º do RGR nem a necessidade de Licença Especial de Ruído do Artigo 15.º do RGR – quando as atividades não estão imediatamente próximas (mais de 200 m; em linha com ID2DIA) e os níveis sonoros previstos/ocorrentes,

1

https://apambiente.pt/sites/default/files/SNIAMB_Ar_Ruido/Ruido/Notas%20t%C3%A9cnicas%20e%20guias%20de%20Ru%C3%ADdo/GuiaLER_versao1.1_jun2019.pdf.

cumprem os limites do n.º 5 do Artigo 15.º, com extensão de boa prática ao período diurno – com particular de interesse para escolas, hospitais e similares, por possuírem relevante sensibilidade ao ruído no período diurno – ou seja, como já referido e agora de forma mais concretizada em termos de usos habituais:

- $L_{Aeq,diurno}$ (escolas, hospitais e similares) ≤ 65 dB(A);
- $L_{Aeq,entardecer}$ (habitações e similares) ≤ 60 dB(A).
- $L_{Aeq,noturno}$ (habitações e similares) ≤ 55 dB(A).

Face ao explicitado e por razões de controle nos níveis sonoros no período diurno, para referência e para controlar o cumprimento do limite de boa prática junto a escolas, hospitais e similares, e para auxiliar uma eventual necessidade de extensão das atividades ao período do entardecer e/ou noturno junto de habitações, e as medidas/restrições necessárias, efetua-se previsão de referência, no presente Estudo, e definem-se medidas/restrições em conformidade, e recomenda-se monitorização de ruído, junto das habitações – ou equiparáveis – mais próximas da atividade construtiva, e junto de escolas, hospitais e similares na proximidade.

Ainda que para habitações não exista um limite estabelecido para o período diurno, sobretudo devido à típica permanência fora de casa, durante o dia, da população ativa, e a possibilidade de auto-mobilidade facilitada para outros locais, da população que tipicamente permaneça em casa durante o dia, recomenda-se a limitação, na medida do possível, sobretudo se for detetada restrições de mobilidade, para os seguintes valores junto das habitações:

- Idealmente: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).
- No máximo: $L_{Aeq} \leq 80$ dB(A) [limite da proteção dos trabalhadores contra o ruído (DL 182/2006), e tipicamente correspondente a um valor seguro, para o qual, uma exposição até 8h diárias, não implicará danos auditivos].

De referir, transcrever, por último, o constante no n.º 8 e n.º 9 do Artigo 15.º do RGR:

“8 – A exigência do cumprimento dos valores limite previstos no n.º 5 do presente artigo pode ser dispensada pelos municípios no caso de obras em infra-estruturas de transporte, quando seja necessário manter em exploração a infra-estrutura ou quando, por razões de segurança ou de carácter técnico, não seja possível interromper os trabalhos.

9 – A exigência do cumprimento dos valores limite previstos no n.º 5 do presente artigo pode ser ainda excepcionalmente dispensada, por despacho dos membros do Governo responsáveis pela área do ambiente e dos transportes, no caso de obras em infra-estruturas de transporte cuja realização se revista de reconhecido interesse público.”

3.2 Generalidade da presente obra

A informação geral disponível é de que o trabalho será organizado da seguinte forma (em linha com o ID1DIA):

- Os trabalhos à superfície (serviços afetados, demolições, escavação e contenção de poços, etc.) desenvolver-se-ão entre as 8:00 e as 20:00 horas, nos dias úteis.
- Sempre que as circunstâncias o exijam, poderá ser necessário trabalhar também aos sábados e/ou em período de trabalho alargado, sendo, então, definido um horário de trabalho adequado, com a limitação da frequência da execução de atividades de construção que gerem elevado ruído e/ou elevadas vibrações (por exemplo demolições, betonagens, circulação de veículos pesados, trabalhos que recorram à utilização de equipamentos geradores de elevadas vibrações). Será obtida, para o efeito, a autorização do Dono da Obra e das autoridades competentes (solicitada a respetiva Licença Especial de Ruído);
- Execução de trabalhos subterrâneos: 3 turnos diários de 8 horas cada, 6 dias por semana. Contudo, a realização de trabalhos à superfície fica limitada ao horário normal, das 8:00

às 20:00 horas. De notar que o ruído estrutural, ou re-radiado associado às operações em túnel é analisado não neste Estudo mas no Estudo de Vibração da Fase de Construção.

Tendo por ponto de partida o desenvolvimento da atividade construtiva apenas em dias úteis no período das 8:00 às 20:00 horas, será necessária a solicitação, à Câmara Municipal de Lisboa, com antecedência mínima de 15 dias, de Licença de Especial de Ruído (LER), ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR, nos casos em que na proximidade (menos de 200 m; ID2DIA) dos Estaleiros, existem Escolas, Hospitais ou similares. De acordo com o explicitado em mais detalhe nos subcapítulos seguintes, os seguintes casos verificam tal condição, sendo indicados – nos subcapítulos seguintes – pontos de monitorização associados e efetuadas previsões de base, dos níveis sonoros, demonstrando a previsão do cumprimento do limite de boa prática estabelecidos [$L_{Aeq,diurno}$ (escolas, hospitais e similares) ≤ 65 dB(A)] ou, caso contrário, a definição de medidas em conformidade:

- **Estaleiro da Estação Campolide/Amoreiras:** Externato do Parque a menos de 200 m.
- **Estaleiro da Estação Campo de Ourique:** Instituto António Feliciano de Castilho e Escola do Serviço de Saúde Militar (pode estar desativada; a confirmar no pedido) a menos de 200 m.
- **Estaleiro PV215:** Escola EB1 + Jardim de Infância Eng. Ressano Garcia, Escola Secundária Josefa de Óbidos e Escola Profissional ASAS (Agentes de Serviço e Apoio Social) a menos de 200 m. Unidade de Saúde Familiar (USF) Santo Condestável, Unidade de Cuidados Continuados Integrados (UCCI) Dona Leonor, e Inválidos do Comércio (confirmar uso aquando do pedido) a menos de 200 m.
- **Estaleiro da Estação Infante Santo:** Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais (confirmar uso aquando do pedido) a menos de 200 m.
- **Estaleiro da Estação de Alcântara:** Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (confirmar uso aquando do pedido) a menos de 200 m.
- **Estaleiro PV217:** Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (confirmar uso aquando do pedido), Escola EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino e Instituto Superior de Agronomia a menos de 200 m.

Caso ocorra extensão da atividade construtiva a fins-de-semana e feriados, ou ao período do entardecer e noturno será necessária a solicitação, à Câmara Municipal de Lisboa, com antecedência mínima de 15 dias, de Licença de Especial de Ruído (LER), ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR, nos casos em que na proximidade (menos de 200 m; ID2DIA) dos Estaleiros, existem habitações, ou equiparáveis (a verificar com o pedido), ou escolas, hospitais e similares com atividade sensível no período do entardecer e/ou noturno (a verificar com o pedido). De acordo com o explicitado em mais detalhe nos subcapítulos seguintes, os seguintes casos verificam tal condição, sendo indicados – nos subcapítulos seguintes – pontos de monitorização associados e efetuadas previsões de base, dos níveis sonoros, demonstrando a previsão do cumprimento do limite de boa prática estabelecidos [$L_{Aeq,entardecer} \leq 60$ dB(A); $L_{Aeq,noturno} \leq 55$ dB(A);] ou, caso contrário, a definição de medidas/restrições em conformidade:

- **Estaleiro Central:** Habitações a menos de 200m. Estabelecimento Prisional de Lisboa, equiparável a habitação (verificar com o pedido; informação de desativação gradual a confirmar) a menos de 200 m.
- **Estaleiro da Estação Campolide/Amoreiras:** Habitações a menos de 200 m. Hotel D. Pedro equiparável a habitação (verificar com o pedido). Verificar, com o pedido, se o período de atividade sensível do Externato do Parque se estende ao período do entardecer e/ou noturno.
- **Estaleiro PV211:** Habitações a menos de 200 m.
- **Estaleiro da Estação Campo de Ourique:** Habitações a menos de 200 m. Verificar, com o pedido, se o período de atividade sensível do Instituto António Feliciano de Castilho

- e/ou da Escola do Serviço de Saúde Militar (pode estar desativada; a confirmar no pedido) se estende ao período do entardecer e/ou noturno.
- **Estaleiro PV215:** Habitações a menos de 200 m. Verificar, com o pedido, se o período de atividade sensível da Escola EB1 + Jardim de Infância Eng. Ressano Garcia, e/ou da Escola Secundária Josefa de Óbidos e/ou da Escola Profissional ASAS (Agentes de Serviço e Apoio Social), e/ou da Unidade de Saúde Familiar (USF) Santo Condestável, e/ou da Unidade de Cuidados Continuados Integrados (UCCI) Dona Leonor, e/ou dos Inválidos do Comércio (confirmar uso aquando do pedido), se estende ao período do entardecer e/ou noturno.
 - **Estaleiro da Estação Infante Santo:** Habitações a menos de 200 m. Verificar, com o pedido, se o período de atividade sensível do Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais (confirmar uso aquando do pedido) se estende ao período do entardecer e/ou noturno.
 - **Estaleiro na zona do Baluarte:** Habitações a menos de 200 m.
 - **Estaleiro na zona do Viaduto de Alcântara:** Habitações a menos de 200 m.
 - **Estaleiro da Estação de Alcântara:** Habitações a menos de 200 m. Verificar, com o pedido, se o período de atividade sensível da Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (confirmar uso aquando do pedido) se estende ao período do entardecer e/ou noturno.
 - **Estaleiro PV217:** Habitações a menos de 200 m. Verificar, com o pedido, se o período de atividade sensível da Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (confirmar uso aquando do pedido), e/ou da Escola EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino, e/ou do Instituto Superior de Agronomia, se estende ao período do entardecer e/ou noturno.

3.3 Modelação de ruído e dados de base

O presente subcapítulo, e seguintes, pretendem determinar, com rigor acrescido, o ruído proveniente da obra, a percebido nos Recetores Sensíveis para ART, em linha com o ID1DIA.

O elevado número de equipamentos (ver lista de equipamento previstos no Anexo I a X) e a variabilidade significativa de operações, faz com que seja impossível, nesta fase, uma estimativa “fonte-a-fonte”, “operação-a-operação” (“f-a-f_o-a-o”), dos níveis sonoros produzidos e a percebidos nos Recetores Sensíveis para ART vizinhos.

Contudo é possível uma estimativa com base em emissões sonoras gerais típicas que, também por isso, precisam de ser devidamente monitorizadas ao longo da construção e alvo de revisão, de 6 em 6 meses – conforme estabelecido no capítulo “5.2 Complementação das medidas previstas no EIA” – com previsões “f-a-f_o-a-o” para os 6 meses seguintes, em função da informação mais detalhada de obra para os 6 meses seguintes, e tendo por base os resultados dos 6 meses anteriores.

Os dias com operações mais ruidosas são usualmente bem modelados, em termos gerais e em termos acústicos, por um Nível de Potência Sonora L_{Aw} , de 110 dB(A), distribuído uniformemente pela área A de estaleiro, conduzindo a um nível potência sonora por unidade de área de $110-10\log(A)$.

Os dias mais ruidosos serão assim modelados, nos subcapítulos seguintes, colocando uma fonte em área na área de estaleiro, com um nível de potência sonora por unidade de área, L_{Aw/m^2} , de $110-10\log(A)$.

Por segurança será considerado 100 % de probabilidade de ocorrência de condições favoráveis à propagação sonora, um coeficiente de absorção sonora do solo de 0.3, um coeficiente de absorção sonora dos edifícios de 0.3, 2 ordens de reflexões, e o método de previsão CNOSSOS, incluído no software Cadna A (<https://www.datakustik.com/products/cadnaa/cadnaa>).

3.3.1 Estaleiro Central

Na Figura 1 apresenta-se a localização do Estaleiro Central e de polígono a 200 m de distância dos limites do Estaleiro, sendo possível verificar que a menos de 200 m, ou ligeiramente mais, se encontra:

- **Palácio Mendonça e Palácio Leitão.** Pertencem atualmente à Fundação Aga Khan (Ismaelitas). Segundo a informação disponível o uso atual não corresponde a habitacional, escolar ou hospitalar ou similar, pelo que ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do Regulamento Geral do Ruído (RGR) não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
Recomenda-se que ao longo da monitorização da fase de construção seja verificado o efetivo uso destes edifícios.
- **Palácio da Justiça e Restaurante Eleven.** Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR, não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
- **Estabelecimento Prisional de Lisboa (EPL).** Existe informação de que está a decorrer o encerramento gradual deste estabelecimento. Enquanto houver pessoas a pernoitar considera-se adequado verificar junto da Câmara Municipal de Lisboa – aquando do pedido de licença especial de ruído e se for necessário o pedido de Licença Especial de Ruído – se este Estabelecimento deverá ser equiparado a habitação, sendo, nesse caso, aplicáveis os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR para habitações.
Recomenda-se que ao longo da monitorização da fase de construção e se for necessária Licença Especial de Ruído (LER) – eventual necessidade de extensão de funcionamento ruidoso do Estaleiro ao período do entardecer ou noturno – seja verificada a existência de pessoas a pernoitar no EPL.
- **Habitações.** No mínimo a cerca de 180 m de distância. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.
- **Nova Information Management School.** No mínimo a cerca de 225 m de distância do Estaleiro. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, dado ser tipicamente esse o período mais sensível ao ruído de escolas:
 $L_{Aeq,diurno} \leq 65 \text{ dB(A)}$.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 1), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{Aw} \approx 110 \text{ dB(A)}$, uniformemente distribuído, na área de estaleiro [no caso do Estaleiro Central equivalente a 75 dB(A)/m^2].

- **PMC-EC-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura, externo ao Estabelecimento Prisional de Lisboa (EPL), para deduzir os níveis sonoros no interior no ponto de monitorização indireta PMC-EC-01' [não medição direta, pelo menos numa primeira fase, por estar no interior do EPL; caso se justifique, equacionar medição direta e/ou aferição da sensibilidade ao ruído do edifício mais próximo e/ou qual o edifício no EPL com sensibilidade ao ruído (tipicamente zona de pernoita) mais próximo].
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-EC-02 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura, na proximidade da Nova Information Management School.
- **PMC-EC-03 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura, na proximidade das habitações (cerca de 6 pisos) mais próximas do Estaleiro central.

Os níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 2, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Desnecessidade de pedir Licença Especial de Ruído (escolas, hospitais e similares a mais de 200 m) reforçada pela previsão, nos recetores relevantes (Nova Information Management School) de níveis sonoros inferiores ao limite de boa prática estabelecido: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EC-01 (4m), ou similar, para controlar que na Nova Information Management School (necessidade de controlo de quais os edifícios efetivamente sensíveis ao ruído) não é ultrapassado o limite de boa prática: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

A informação atual aponta que um valor de $L_{Aeq} > 81$ dB(A) [não é recetor sensível, desnecessidade de restrição a 80 dB(A)], em PMC-EC-01 (4m), deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) na Nova Information Management School.

A informação atual aponta que o estaleiro não deverá ter um Nível de Potência Sonora superior a $L_{Aw} > 124$ dB(A) no período diurno, para haver cumprimento do limite de boa prática na Nova Information Management School.

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações, e equiparáveis (EPL) a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores são todos inferiores ao limite legal:
 $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EC-01 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, o limite legal não é ultrapassado. A informação atual aponta que um valor de $L_{Aeq} > 73$ dB(A), em PMC-EC-01 (4m), deverá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) no último piso das habitações mais próximas.

A informação atual aponta que o estaleiro não deverá ter um Nível de Potência Sonora superior a $L_{Aw} > 116$ dB(A) no período do entardecer. Se o valor for superior, será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações, e equiparáveis (EPL) a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores são todos inferiores ao limite legal:
 $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EC-01 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, o limite legal não é ultrapassado. A informação atual aponta que um valor de $L_{Aeq} > 68$ dB(A), em PMC-EC-01 (4m), deverá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) no último piso das habitações mais próximas.

A informação atual aponta que o estaleiro não deverá ter um Nível de Potência Sonora superior a $L_{Aw} > 111$ dB(A) no período noturno. Se o valor for superior, será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

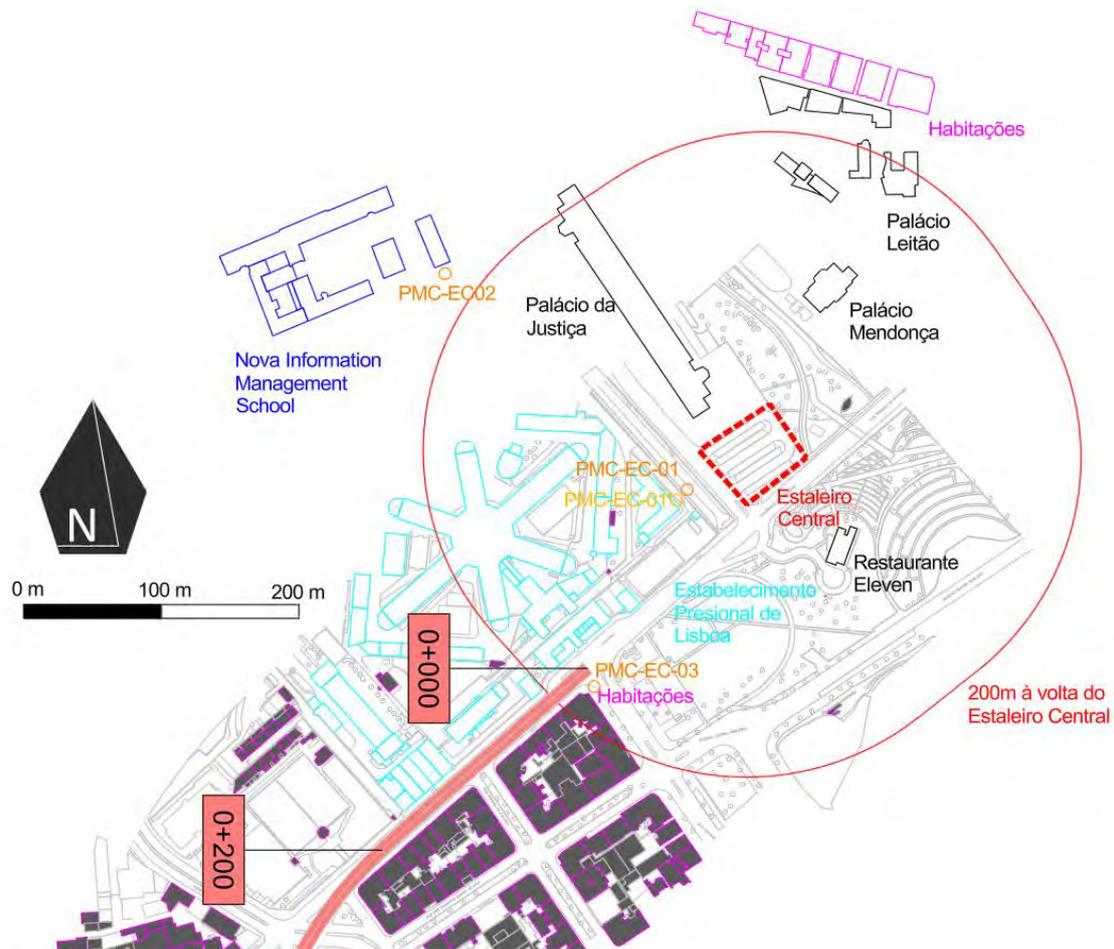


Figura 1: Localização do Estaleiro Central (EC) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 2: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiro Central com $L_{Aw} = 110$ dB(A)]

Recetor	Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
	PMC-EC-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'51.94"N 9° 9'25.46"W	115	67 (não recetor; recetor em PMC-EC-01')
	PMC-EC-01' (4m) Efeito de muro com 5m de altura,	38°43'51.74"N 9° 9'25.80"W	116	53
	PMC-EC-02 (4m)	38°43'57.69"N 9° 9'32.17"W	112	51
	PMC-EC-03 (último piso)	38°43'47.59"N 9° 9'28.32"W	128	54
	PMC-EC-03 (4m)	38°43'47.59"N 9° 9'28.32"W	114	51

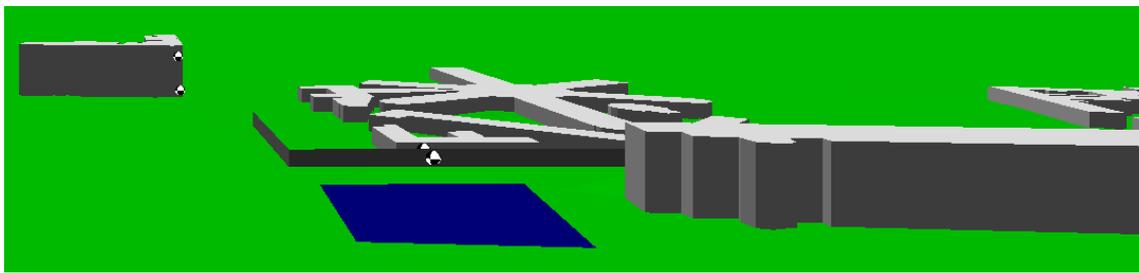


Figura 2: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do Estaleiro Central EC (vista sensivelmente de nordeste para sudoeste)

3.3.2 Estaleiro ECA

Na Figura 3 apresenta-se a localização dos Estaleiro da Estação Campolide/Amoreiras, Estaleiro Norte (ECA-N) e Estaleiro Sul (ECA-S) e de polígonos a 200 m de distância dos limites dos Estaleiros, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **Direção Geral do Território.** Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR, não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
- **Externato do Parque.** No mínimo, e para potenciais compartimentos com sensibilidade ao ruído (salas de aula, etc.; locais de receção do Quadro II do Anexo do DL 96/2008) a cerca de 110 m de distância do ECA-N. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, dado ser tipicamente esse o período mais sensível ao ruído de escolas: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Hotel D. Pedro.** Hotel de 5 estrelas. Se for equiparável a habitação (verificar junto da Câmara, aquando do pedido de LER e se necessário pedir LER) aplicáveis os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR para habitações. Imediatamente próximo do ECA-N.
- **Habitações.** No mínimo imediatamente próximas do ECA-N e pelo menos a 10 m do ECA-S. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 3), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{Aw} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, na área de estaleiro [no caso do ECA-N equivalente a 72 dB(A)/m² e no caso do ECA-S equivalente a 77 dB(A)/m²].

- PMC-ECA-01 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de edifício de habitação recente com cerca de 16 pisos, imediatamente próximo do Estaleiro ECA-N.
- PMC-ECA-02 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto ao Hotel D. Pedro, que possui cerca de 20 pisos, imediatamente próximo do Estaleiro ECA-N. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- PMC-ECA-03 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura, externo ao Externato do Parque, para deduzir os níveis sonoros no interior no ponto de monitorização indireta PMC-ECA-03' [não medição direta, pelo menos numa primeira fase, por estar no interior do Externato; caso se justifique, equacionar medição direta e/ou aferição da sensibilidade ao ruído do edifício mais próximo e/ou qual o edifício no Externato com sensibilidade ao ruído (tipicamente salas de aula) mais próximo].
- PMC-ECA-04 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura, na proximidade das habitações mais próximas, a este, do Estaleiro ECA-S. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados (ECA-S).

- PMC-ECA-05 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura, na proximidade das habitações mais próximas a sudoeste, do Estaleiro ECA-S.

Os níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 3, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, pois existe o Externato do Parque a menos de 200m. Contudo prevê-se, nos recetores relevantes (Externato do Parque) níveis sonoros inferiores ao limite de boa prática estabelecido: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-ECA-02 (4m), ou similar, e em PMC-ECA-04 (4m), ou similar, para controlar que no Externato do Parque (necessidade de controlo de quais os edifícios efetivamente sensíveis ao ruído) não é ultrapassado o limite de boa prática: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

A informação atual aponta que para um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECA-02 (4m), e para um valor de $L_{Aeq} = L_2$ dB(A), em PMC-ECA-04 (4m), que um valor de (soma energética) $L_1 \oplus L_2 > 80$ dB(A) [verifica-se que, neste caso existe, indiretamente, devido ao Externato, uma limitação superior a $L_{Aeq} \leq 80$ dB(A) junto das habitações] deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) no Externato do Parque.

A informação atual aponta que para um valor de L_{Aw1} , em ECA-N, e para um valor de L_{Aw2} em ECA-S, que um valor de (soma energética) $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} > 119$ dB(A) deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) no Externato do Parque.

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações, e equiparáveis (Hotel D. Pedro) a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A), exceto no Externato do Parque. A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-ECA-02 (4m), ou similar, e em PMC-ECA-04 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que, para um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECA-02 (4m), e para um valor de $L_{Aeq} = L_2$ dB(A), em PMC-ECA-04 (4m), que um valor de (soma energética) $L_1 \oplus L_2 > 63$ dB(A) poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

A informação atual aponta que para um valor de L_{Aw1} , em ECA-N, e para um valor de L_{Aw2} em ECA-S, que um valor de (soma energética) $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} > 99$ dB(A) poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

Se $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} > 99$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações, e equiparáveis (Hotel D. Pedro) a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período noturno deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-ECA-02 (4m), ou similar, e em PMC-ECA-04 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que, para um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECA-02 (4m), e para um valor de $L_{Aeq} = L_2$ dB(A), em PMC-ECA-04 (4m), que um valor de (soma energética) $L_1 \oplus L_2 > 58$ dB(A) poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

A informação atual aponta que para um valor de L_{Aw1} , em ECA-N, e para um valor de L_{Aw2} em ECA-S, que um valor de (soma energética) $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} > 94$ dB(A) poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.
Se $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} > 94$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

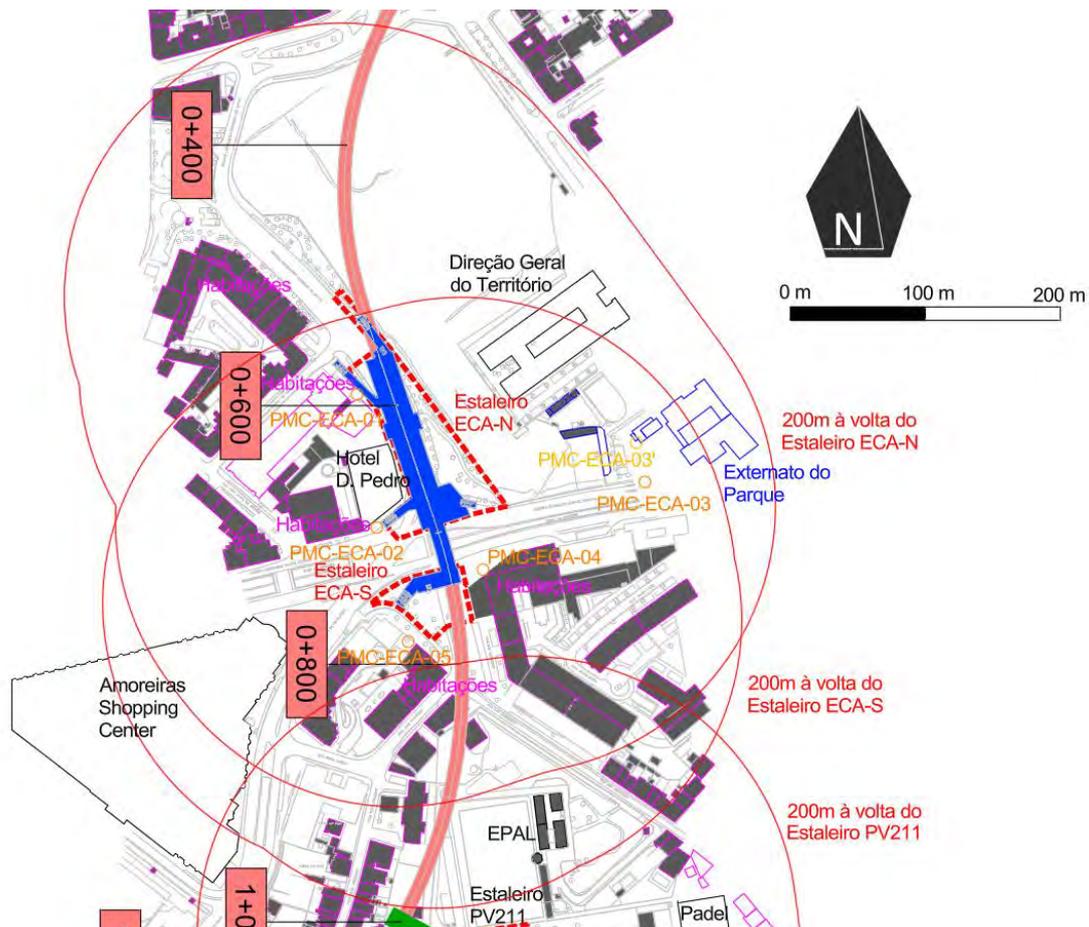


Figura 3: Localização dos Estaleiros Norte (N) e Sul (S) da Estação Campolide/Amoreiras (ECA) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 3: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiros ECA com $L_{Aw} = 110$ dB(A)]

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-ECA-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'31.57"N 9° 9'37.91"W	107	70⊕57 ≈ 70 (ECA-N: 70; ECA-S: 34)
PMC-ECA-02 (4m)	38°43'28.07"N 9° 9'37.12"W	106	67⊕67 ≈ 70 (ECA-N: 67; ECA-S: 67)
PMC-ECA-03 (4m)	38°43'29.28"N 9° 9'28.72"W	107	57⊕55 ≈ 58 (ECA-N: 57; ECA-S: 55) (não recetor; recetor em PMC-ECA-03')
PMC-ECA-03' (4m)	38°43'30.32"N 9° 9'29.23"W	111	58⊕55 ≈ 59 (ECA-N: 58; ECA-S: 55)
PMC-ECA-04 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'27.16"N 9° 9'34.02"W	107	64⊕70 ≈ 71 (ECA-N: 64; ECA-S: 70)
PMC-ECA-05 (4m)	38°43'25.34"N 9° 9'36.06"W	106	58⊕71 ≈ 71 (ECA-N: 58; ECA-S: 71)

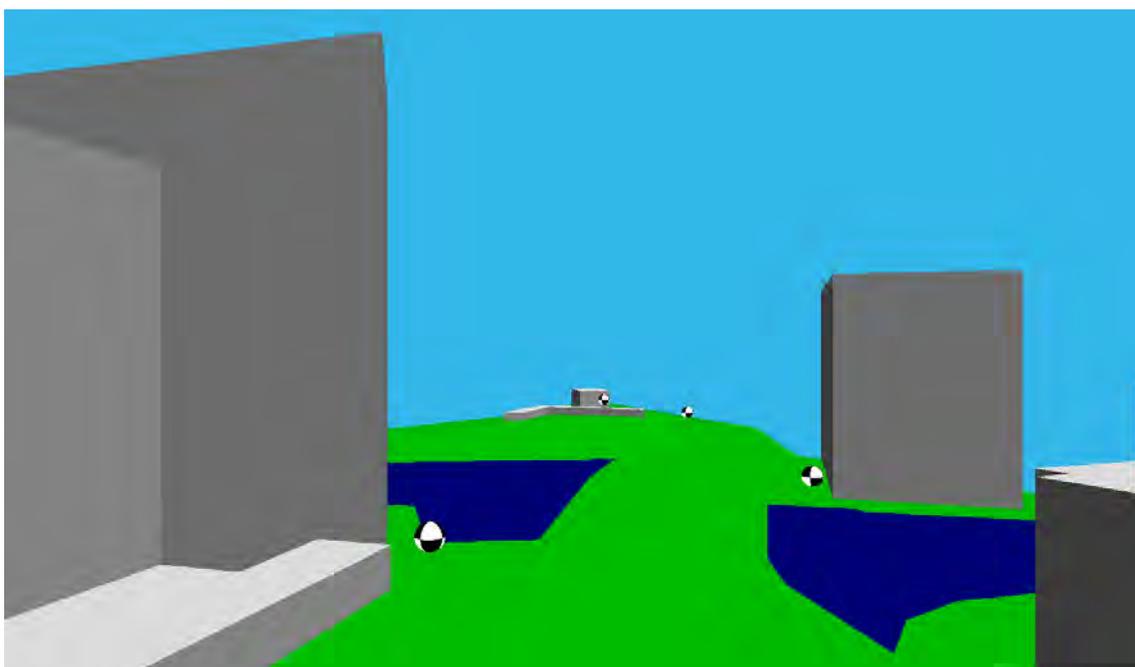


Figura 4: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica dos Estaleiros ECA (vista sensivelmente de oeste para este)

3.3.3 Estaleiro PV211

Na Figura 5 apresenta-se a localização do Estaleiro do Poço de Ventilação PV211 e de polígono a 200 m de distância dos limites do Estaleiro, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **EPAL e PADEL** Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR, não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
- **Habitações.** No mínimo imediatamente próximas do ECA-N e pelo menos a 10 m do ECA-S. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar o seguinte ponto de monitorização (ver localização na Figura 5), onde será aqui efetuada previsão de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{Aw} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, na área de estaleiro [neste caso equivalente a 80 dB(A)/m²].

- **PMC-PV211-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de edifício de habitação com cerca de 5 pisos, muito próximo do Estaleiro PV211.

Os níveis previstos neste ponto, estão explicitados no Quadro 4, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Desnecessidade de pedir Licença Especial de Ruído, pois não existem escolas, hospitais ou similares na proximidade.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV211-01 (4m), ou similar, para obtenção de informação relevante para eventual necessidade de extensão da atividade ruidosa construtiva ao período do entardecer e/ou noturno e definição de restrições/medidas em conformidade.

Recomenda-se que o valor médio energético em PMC-PV211-01 (4m), seja sempre inferior a 80 dB(A), o que significa, para a informação atual, $L_{Aw} \leq 115$ dB(A) para o estaleiro

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações a menos de 200 m. Os valores previstos no Recetor mais próximo são superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A).

A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV211-01 (4m), ou similar, para controlar que, neste ponto (o mais próximo; o mais exposto) com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que o estaleiro não deverá ter um Nível de Potência Sonora superior a $L_{Aw} > 95$ dB(A) no período do entardecer, para haver cumprimento do limite legal em PMC-PV211-01 (4m).

Se $L_{Aw} > 95$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações a menos de 200 m. Os valores previstos no Recetor são superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A).

A eventual extensão da atividade ao período noturno deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV211-01 (4m), ou similar, para controlar que neste Recetor (o mais próximo; o mais exposto), com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que o estaleiro não deverá ter um Nível de Potência Sonora superior a $L_{Aw} > 90$ dB(A) no período noturno, para haver cumprimento do limite legal em PMC-PV211-01 (4m).

Se $L_{Aw} > 90$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

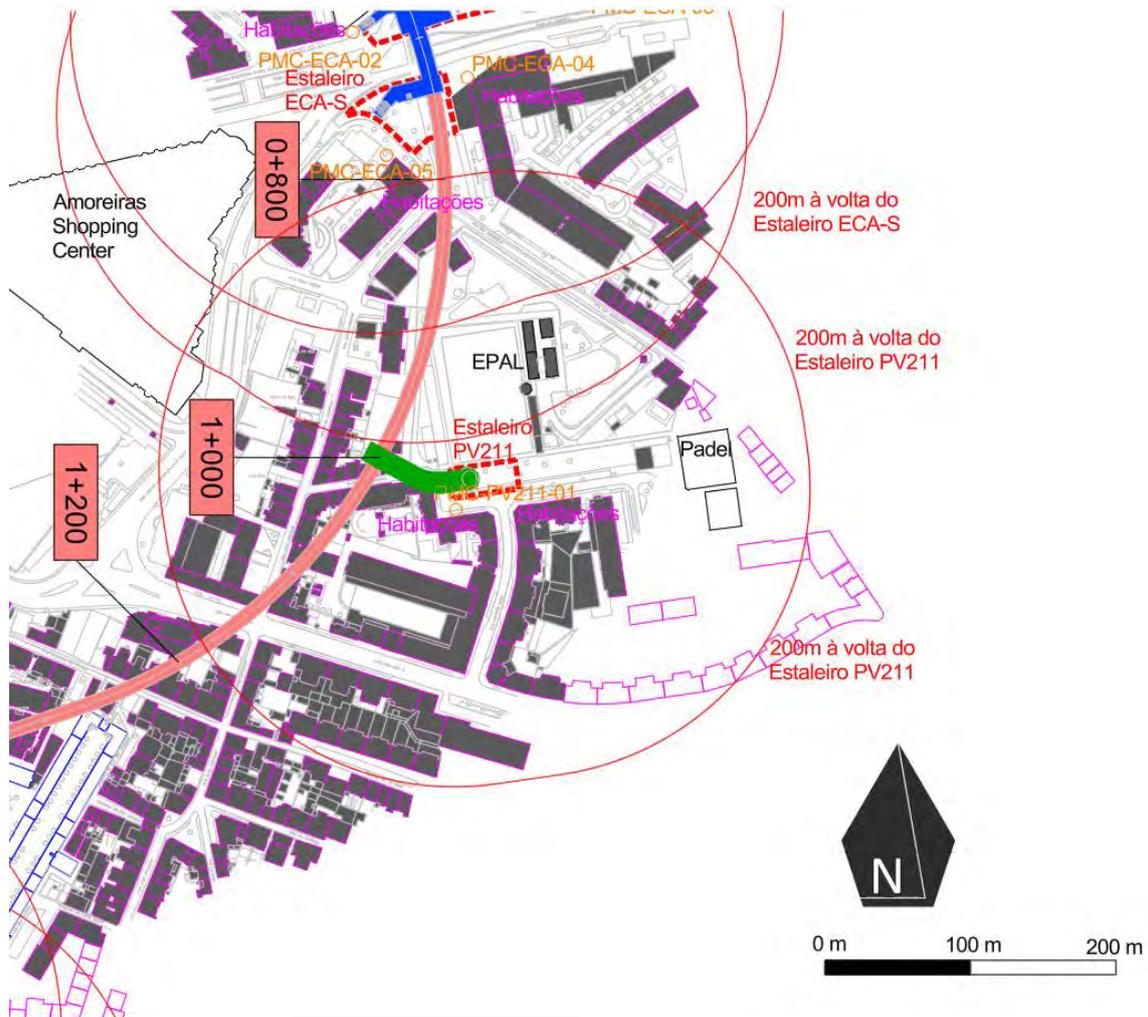


Figura 5: Localização do Estaleiro do Poço de Ventilação 211 (PV211) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 4: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiro PV211 com $L_{Aw} = 110$ dB(A)]

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-PV211-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'17.57"N 9° 9'34.20"W	105	75

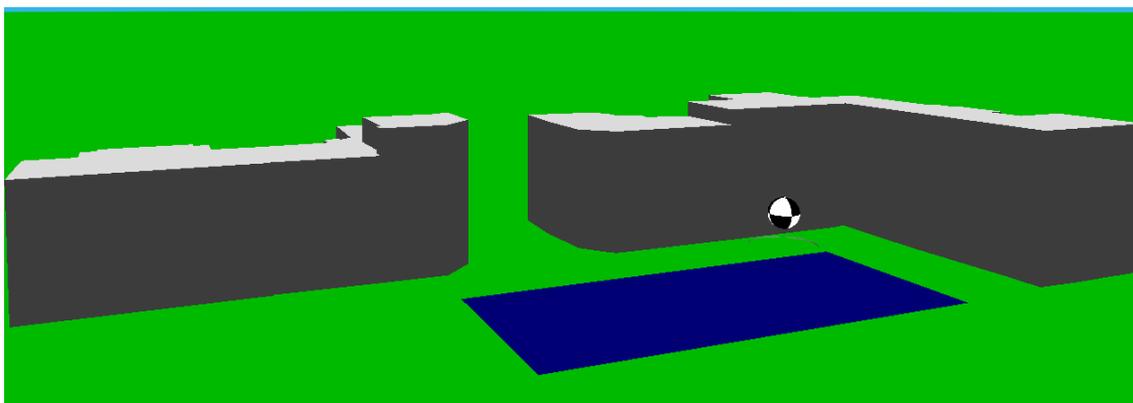


Figura 6: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do Estaleiro PV211 (vista sensivelmente de norte para sul)

3.3.4 Estaleiro ECO

Na Figura 7 apresenta-se a localização dos Estaleiro da Estação Campo de Ourique, Estaleiro Este (ECO-E), Estaleiro Oeste (ECO-O) e Estaleiro Central (ECO-C) e de polígonos a 200 m de distância dos limites dos Estaleiros, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **Escola do Serviço de Saúde Militar.** No mínimo e para potenciais compartimentos com sensibilidade ao ruído (salas de aula, etc.; locais de receção do Quadro II do Anexo do DL 96/2008) a cerca de 90 m de distância do Estaleiro ECO-C.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento da escola. Existe informação de que esta escola foi encerrada (confirmar junto da Câmara).
Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Instituto António Feliciano de Castilho.** No mínimo, e para potenciais compartimentos com sensibilidade ao ruído (quartos; salas de aula, etc.; locais de receção do DL 96/2008) a cerca de 120 m de distância do ECO-O.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR, se equiparável a habitação, escola, hospital ou similar (verificar tipo de uso junto da Câmara) existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento sensível ao ruído do edifício. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Habitacões.** No mínimo imediatamente próximas (3 a 8 m) do ECO-E, ECO-O e ECO-C. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 7), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{Aw} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, na área de estaleiro [no caso do ECO-E equivalente a 82 dB(A)/m², no caso do ECO-O equivalente a 80 dB(A)/m² e no caso do ECO-C equivalente a 81 dB(A)/m²].

- **PMC-ECO-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de edifícios de habitação e na proximidade do Estaleiro ECO-O.
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-ECO-02 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de edifícios de habitação e na proximidade da parte oeste do Estaleiro ECO-E.
- **PMC-ECO-03 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de edifícios de habitação e na proximidade da parte norte do Estaleiro ECO-C.
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-ECO-04 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de edifícios de habitação e na proximidade da parte este do Estaleiro ECO-E.
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-ECA-05 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura, na proximidade do Instituto Feliciano de Castilho.
- **PMC-ECA-06 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura, na proximidade da Escola de Serviço de Saúde Militar.

Os níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 5, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, pois existe o Instituto António Feliciano de Castilho e a Escola de Serviço de Saúde Militar (possivelmente desativada; a verificar) a menos de 200m. Contudo prevê-se, nos recetores relevantes (PMC-ECO-05 e PMC-ECO-6) níveis sonoros inferiores ao limite de boa prática estabelecido: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-ECO-01 (4m), ou similar, em PMC-ECO-03 (4m), ou similar, e em PMC-ECO-04 (4m), ou similar, para controlar que no Instituto António Feliciano de Castilho e na Escola de Serviço de Saúde Militar (necessidade de controlo de quais os edifícios/compartimentos efetivamente sensíveis ao ruído) não é ultrapassado o limite de boa prática: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

A informação atual aponta que para um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECO-01 (4m), para um valor de $L_{Aeq} = L_2$ dB(A), em PMC-ECO-03 (4m), e um valor de $L_{Aeq} = L_3$ dB(A), em PMC-ECO-04 (4m), que um valor de (soma energética) $L_1 \oplus L_2 \oplus L_3 > 84$ dB(A) [recomenda-se que individualmente os valores médios energéticos junto às habitações não superem 80 dB(A)] deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) no Instituto António Feliciano de Castilho.

A informação atual aponta que para um valor de L_{Aw1} , em ECO-E, para um valor de L_{Aw2} em ECO-O, para um valor de L_{Aw3} em ECO-C, que um valor de (soma energética) $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} \oplus L_{Aw3} > 121$ dB(A) deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) no Instituto António Feliciano de Castilho.

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores mais próximos (habitações) são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-ECO-01 (4m), ou similar, em PMC-ECO-03 (4m), ou similar, e em PMC-ECO-04 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que para um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECO-01 (4m), para um valor de $L_{Aeq} = L_2$ dB(A), em PMC-ECO-03 (4m), e um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECO-04 (4m), que um valor de (soma energética) $L_1 \oplus L_2 \oplus L_3 > 61$ dB(A) deverá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

A informação atual aponta que para um valor de L_{Aw1} , em ECO-E, para um valor de L_{Aw2} em ECO-O, para um valor de L_{Aw3} em ECO-C, que um valor de (soma energética) $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} \oplus L_{Aw3} > 98$ dB(A) deverá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações. Os valores previstos nos Recetores mais próximos, habitações, são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período noturno deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-ECO-01 (4m), ou similar, em PMC-ECO-03 (4m), ou similar, e em PMC-ECO-04 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que para um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECO-01 (4m), para um valor de $L_{Aeq} = L_2$ dB(A), em PMC-ECO-03 (4m), e um valor de $L_{Aeq} = L_1$ dB(A), em PMC-ECO-04 (4m), que um valor de (soma energética) $L_1 \oplus L_2 \oplus L_3 > 56$ dB(A) deverá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

- A informação atual aponta que para um valor de L_{Aw1} , em ECO-E, para um valor de L_{Aw2} em ECO-O, para um valor de L_{Aw3} em ECO-C, que um valor de (soma energética) $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} \oplus L_{Aw3} > 93$ dB(A) deverá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

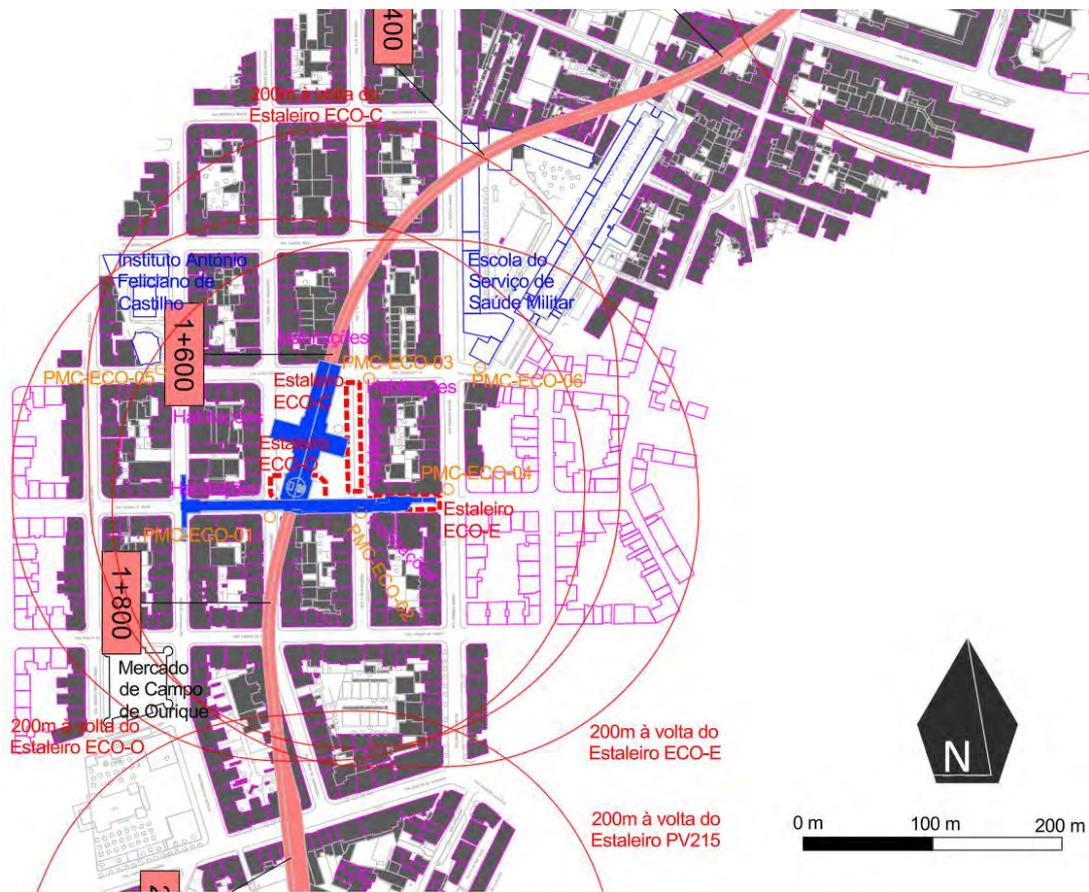


Figura 7: Localização dos Estaleiros Este (E) Oeste (O) e Central (C) da Estação de Campo de Ourique (ECO) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 5: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiros ECO com LAw = 110 dB(A)]

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	LAeq (diurno) [dB(A)]
PMC-ECO-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'2.31"N 9° 9'56.24"W	95	65⊕73⊕50 ≈ 74 (ECO-C: 65; ECO-O: 73; ECO-E: 50)
PMC-ECO-02 (4m)	38°43'2.35"N 9° 9'53.27"W	97	70⊕68⊕75 ≈ 77 (ECO-C: 70; ECO-O: 68; ECO-E: 75)
PMC-ECO-03 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'5.89"N 9° 9'53.05"W	96	73⊕64⊕53 ≈ 73 (ECO-C: 73; ECO-O: 64; ECO-E: 53)
PMC-ECO-04 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°43'3.02"N 9° 9'50.47"W	97	52⊕43⊕73 ≈ 73 (ECO-C: 52; ECO-O: 43; ECO-E: 73)
PMC-ECA-05 (4m)	38°43'6.12"N 9° 9'59.67"W	96	53⊕37⊕38 ≈ 53 (ECO-C: 53; ECO-O: 37; ECO-E: 38)
PMC-ECA-05 (último piso; edifício mais afastado)	38°43'7.27"N 9°10'0.24"W	101	46⊕36⊕43 ≈ 48 (ECO-C: 46; ECO-O: 36; ECO-E: 43)
PMC-ECA-06 (4m)	38°43'6.37"N 9° 9'49.96"W	99	52⊕41⊕49 ≈ 54 (ECO-C: 52; ECO-O: 41; ECO-E: 49)

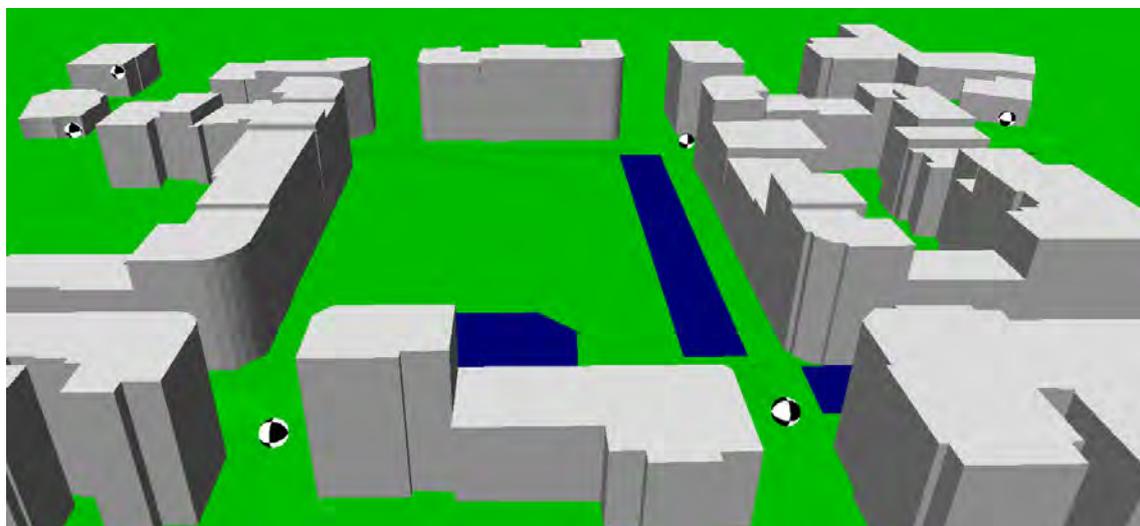


Figura 8: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do Estaleiro ECO (vista sensivelmente de sul para norte)

3.3.5 Estaleiro PV215

Na Figura 9 apresenta-se a localização do Estaleiro do Poço de Ventilação PV215 e de polígono a 200 m de distância dos limites do Estaleiro, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **Escola EB1+Jardim de Infância Eng.º Ressano Garcia.** Imediatamente próxima do Estaleiro PV215.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento da escola, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Escola Secundária Josefa de Óbidos.** A cerca de 130 m do Estaleiro PV215.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento da escola, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Escola Profissional ASAS (Agentes de Serviço e Apoio Social).** A cerca de 120 m do Estaleiro PV215.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento da escola, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Unidade de Saúde Familiar (USF) Santo Condestável.** A cerca de 25 m de distância do Estaleiro.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento da USF, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Inválidos do Comércio.** Necessidade de confirmar uso. A cerca de 140 m de distância do Estaleiro.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Unidade de Cuidados Continuados Integrados (UCCI) Rainha Dona Leonor.** A cerca de 125 m de distância do Estaleiro.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Presidência do Conselho de Ministros.** Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
- **Habitacões.** No mínimo imediatamente próximas. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 9), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{Aw} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, neste caso equivalente a 78 dB(A)/m².

- PMC-PV215-01 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Escola Ressano Garcia, lado oeste, e na proximidade do estaleiro. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- PMC-PV215-01 (interior): Ponto de medição direta no interior da Escola para confirmação da suficiência do condicionamento para adequadas condições acústicas no interior (nesta fase prevê-se valores 30 dB inferiores aos previstos em PMC-PV215-01 (4m).
- PMC-PV215-02 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Escola Ressano Garcia, lado este, e na proximidade do estaleiro.
- PMC-PV215-03 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Escola Ressano Garcia, lado este, em zonam mais afastada do estaleiro.
- PMC-PV215-04 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações mais próximas do Estaleiro, a noroeste.
- PMC-PV215-04' (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações mais próximas do Estaleiro a este.
- PMC-PV215-04'' (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações mais próximas do Estaleiro a norte.
- PMC-PV215-05 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Unidade de Saúde Familiar.
- PMC-PV215-06 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Escola Secundária Josefa de Óbidos.

Os primeiros níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 6, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Necessidade de pedir Licença Especial de Ruído dada a proximidade a menos de 200 m de várias escolas e hospitais similares: Escola EB1+Jardim de Infância Eng.º Ressano Garcia, Escola Secundária Josefa de Óbidos. Escola Profissional ASAS, Unidade de Saúde Familiar (USF) Santo Condestável, Inválidos do Comércio (confirmar uso) e Unidade de Cuidados Continuados Integrados (UCCI) Rainha Dona Leonor

Verifica-se, contudo, a previsão de cumprimento do limite de boa prática estabelecido: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A), para quase todos os casos referidos, exceto para a Escola EB1+Jardim de Infância Eng.º Ressano Garcia (PMC-PV215-02), que se encontra imediatamente próxima da Estaleiro PV215.

Assim, será dimensionada Barreira Acústica em seguida, para fazer cumprir o limite de boa prática referido.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV215-01 (4m), ou similar, para controlar que os níveis sonoros não ultrapassem os valores de dimensionamento e que deverá existir, assim, cumprimento dos limites de boa prática em todas as fachadas de interesse da Escola Ressano Garcia. Caso os resultados da monitorização em PMC-PV215-01 (4m), ou outra informação o justifiquem, equacionar monitorização contínua também em PMC-PV215-02 (4m) e/ou em PMC-PV215-03 (4m). A informação atual, com o efeito do dimensionamento será apresentada em seguida

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações imediatamente próxima. Os valores previstos nas habitações mais próximas são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas. Controlar de o uso da escola Ressano Garcia se estende ao período do entardecer.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV215-01 (4m), ou similar, para controlar que os níveis sonoros não ultrapassem os valores de dimensionamento e que

deverá existir, assim, cumprimento dos limites de boa prática em todas as fachadas de interesse com sensibilidade non período do entardecer. Caso os resultados da monitorização em PMC-PV215-01 (4m), ou outra informação o justifiquem, equacionar monitorização contínua também em PMC-PV215-02 (4m) e/ou em PMC-PV215-03 (4m), e/ou outro ponto. A informação atual, com o efeito do dimensionamento será apresentada em seguida.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações imediatamente próxima. Os valores previstos nas habitações mais próximas são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas. Controlar de o uso da escola Ressano Garcia se estende ao período noturno.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV215-01 (4m), ou similar, para controlar que os níveis sonoros não ultrapassam os valores de dimensionamento e que deverá existir, assim, cumprimento dos limites de boa prática em todas as fachadas de interesse com sensibilidade no período noturno. Caso os resultados da monitorização em PMC-PV215-01 (4m), ou outra informação o justifiquem, equacionar monitorização contínua também em PMC-PV215-02 (4m) e/ou em PMC-PV215-03 (4m), e/ou outro ponto. A informação atual, com o efeito do dimensionamento será apresentada em seguida.

A vista 3D (*Google Earth*) da Figura 10 seguinte, revela que a fachada mais próxima do estaleiro é “cega” (não possui janelas).

Uma vez que a limitação dos níveis sonoros exteriores, para garantia de adequadas condições acústicas no interior, assume, tipicamente, a existência de janelas e um isolamento sonoro de fachada típico de 33 dB, verifica-se que o isolamento de uma fachada cega é tipicamente superior em pelo menos 15 dB ao de uma fachada com janelas, o que faz com que o limite de boa prática equivalente para o exterior passe a ser, neste caso de fachada cega: $L_{Aeq} \leq 65 + 15 = 80$ dB(A).

Na Figura 11 apresenta-se o mapa de ruído em planta na envolvente do Estaleiro PV215, numa malha de 5x5 m, que revela que junto da fachada cega os valores são inferiores a 80 dB(A), não sendo assim necessária, nessa fachada, para um isolamento sonoro de fachada cega típico (48 dB; confirmar na monitorização) medida complementar, desde que o nível de potência sonora no Estaleiro não supere $L_{Aw} = 110$ dB(A)].

Relativamente à fachada oeste e este da Escola, perpendiculares à fachada cega, correspondentes aos pontos PMC-PV215-01 e PMC-PV215-02, e relativamente à fachada associada a PMC-PV215-03, as mesmas possuem janelas pelo que se considerada assim necessário o dimensionamento de Barreiras Acústicas.

Na Figura 12 apresenta-se a localização das Barreiras Acústicas dimensionadas que se explicitam no Quadro 7.

No Quadro 8 apresentam-se os níveis sonoros previstos sob o efeito das Barreiras Acústicas onde se demonstra a previsão de valores que cumprem $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A) em todas as Fachadas da Escola Ressano Garcia (necessidade de confirmar quais as fachadas/compartimentos da escola com efetiva sensibilidade ao ruído, nos termos das exigência de isolamento sonoro de fachada do DL 96/2008).

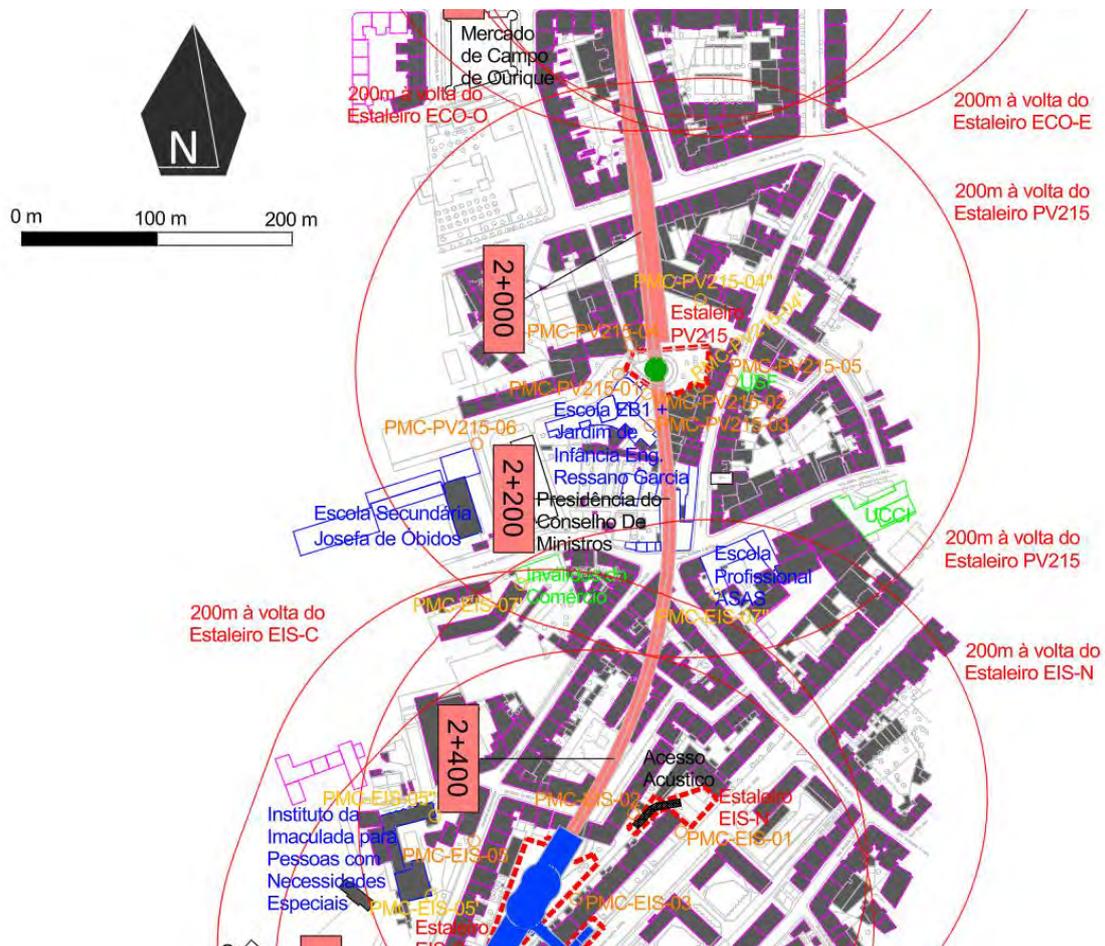


Figura 9: Localização do Estaleiro do Poço de Ventilação 215 (PV215) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 6: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiro PV215 com $L_{Aw} = 110$ dB(A)] sem Barreiras Acústicas

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-PV215-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'50.43"N 9° 9'55.95"W	89	72
PMC-PV215-01 (Interior)	-	-	42
PMC-PV215-02 (4m) Equacionar monitorização contínua neste ponto, ou similar, em função dos resultados.	38°42'49.97"N 9° 9'55.37"W	90	74
PMC-PV215-03 (4m) Equacionar monitorização contínua neste ponto, ou similar, em função dos resultados	38°42'49.09"N 9° 9'55.02"W	90	69
PMC-PV215-04 (4m)	38°42'50.88"N 9° 9'55.99"W	90	76
PMC-PV215-04' (4m)	38°42'50.02"N 9° 9'53.69"W	91	76
PMC-PV215-04" (4m)	38°42'52.16"N 9° 9'54.11"W	98	69
PMC-PV215-05 (4m)	38°42'50.07"N 9° 9'52.54"W	95	50
PMC-PV215-05 (último piso)	38°42'50.07"N 9° 9'52.54"W	103	59
PMC-PV215-06 (4m)	38°42'48.47"N 9° 10'0.49"W	83	51

Quadro 7: Barreiras Acústicas dimensionadas para PV215

Barreira	Extensão linear (l) [m]	Altura (h) [m]	Isolamento sonoro (R_w)	Absorção Sonora (dois lados) (α_w)
BA01	5.5	4	$\geq 26^*$	$\geq 0.6^*$
BA02	27.7	4	$\geq 26^*$	$\geq 0.6^*$

* Face à disponibilidade do mercado e deste que se demonstre adequadamente a manutenção do cumprimento dos limites acústicos legais nos recetores, poderão ser aceites Barreiras Acústicas com R_w e/ou α_w mais reduzidos.

Quadro 8: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiro PV215 com LAW = 110 dB(A)] com Barreiras Acústicas

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-PV215-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'50.43"N 9° 9'55.95"W	89	61
PMC-PV215-01 (Interior)	-	-	31
PMC-PV215-02 (4m) Equacionar monitorização contínua neste ponto, ou similar, em função dos resultados.	38°42'49.97"N 9° 9'55.37"W	90	65
PMC-PV215-03 (4m) Equacionar monitorização contínua neste ponto, ou similar, em função dos resultados	38°42'49.09"N 9° 9'55.02"W	90	65
PMC-PV215-04 (4m)	38°42'50.88"N 9° 9'55.99"W	90	75
PMC-PV215-04' (4m)	38°42'50.02"N 9° 9'53.69"W	91	76
PMC-PV215-04" (4m)	38°42'52.16"N 9° 9'54.11"W	98	69
PMC-PV215-05 (4m)	38°42'50.07"N 9° 9'52.54"W	95	49
PMC-PV215-05 (último piso)	38°42'50.07"N 9° 9'52.54"W	103	59
PMC-PV215-06 (4m)	38°42'48.47"N 9°10'0.49"W	83	47



Figura 10: Imagem 3D (Google Earth) da Escola Ressano de Garcia, vista de nordeste para sudoeste

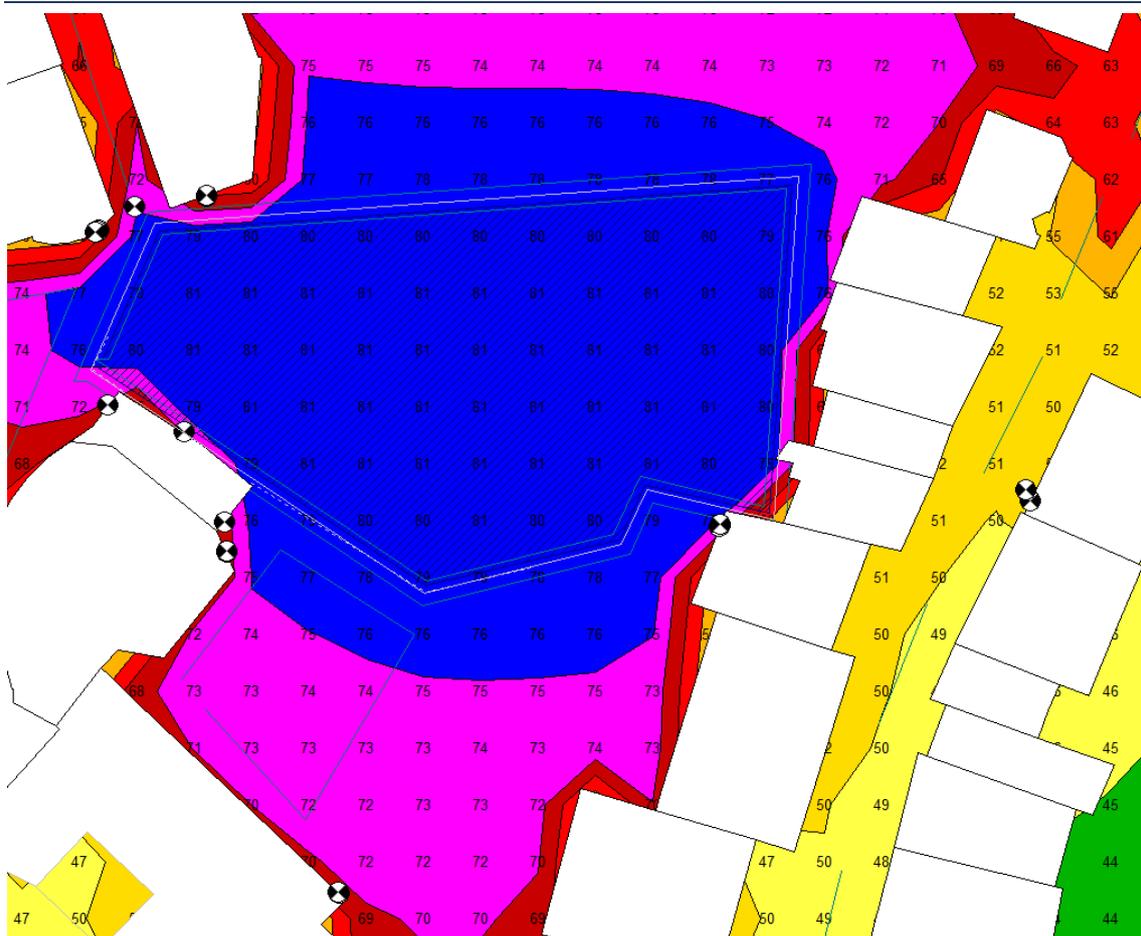


Figura 11: Mapa de Ruído em planta (5x5 m) a uma altura de 4m acima do solo, para $L_{AW} = 110 \text{ dB(A)}$ [$L_{AW}/m^2 = 78 \text{ dB(A)/m}^2$] no Estaleiro PV215 e sem Barreiras Acústicas

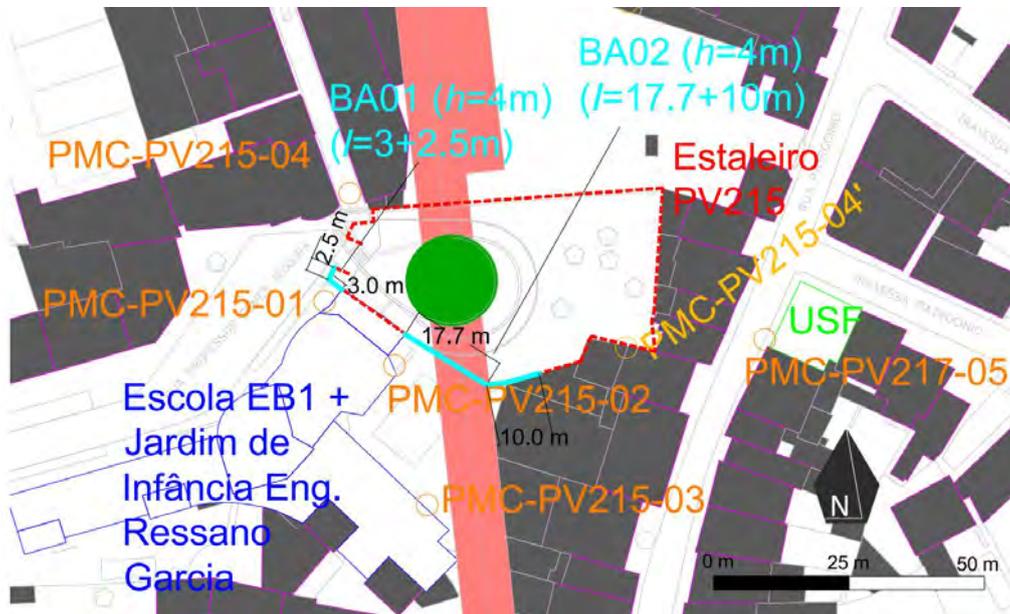


Figura 12: Localização em planta das Barreiras Acústica BA01 e BA02 para proteção da Escola Ressano Garcia

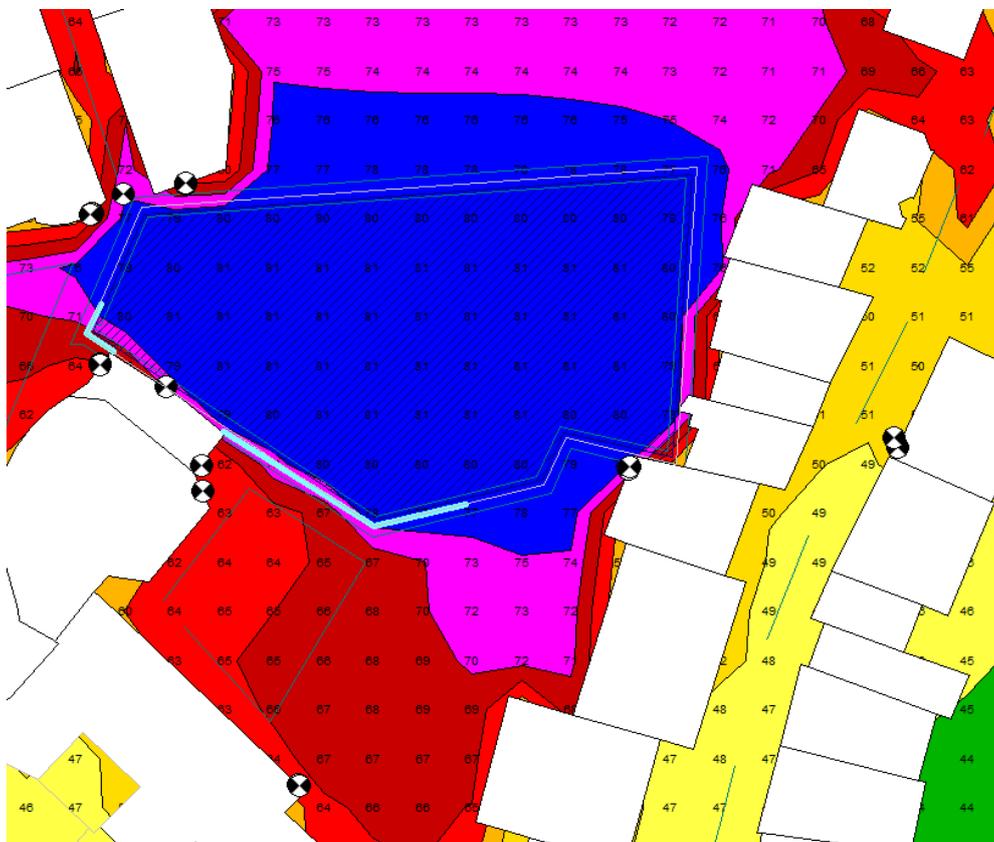


Figura 13: Mapa de Ruído em planta (5x5 m) a uma altura de 4m acima do solo, para $LA_w = 110 \text{ dB(A)}$ [$LA_w/m^2 = 78 \text{ dB(A)/m}^2$] no Estaleiro PV215 e com Barreiras Acústicas

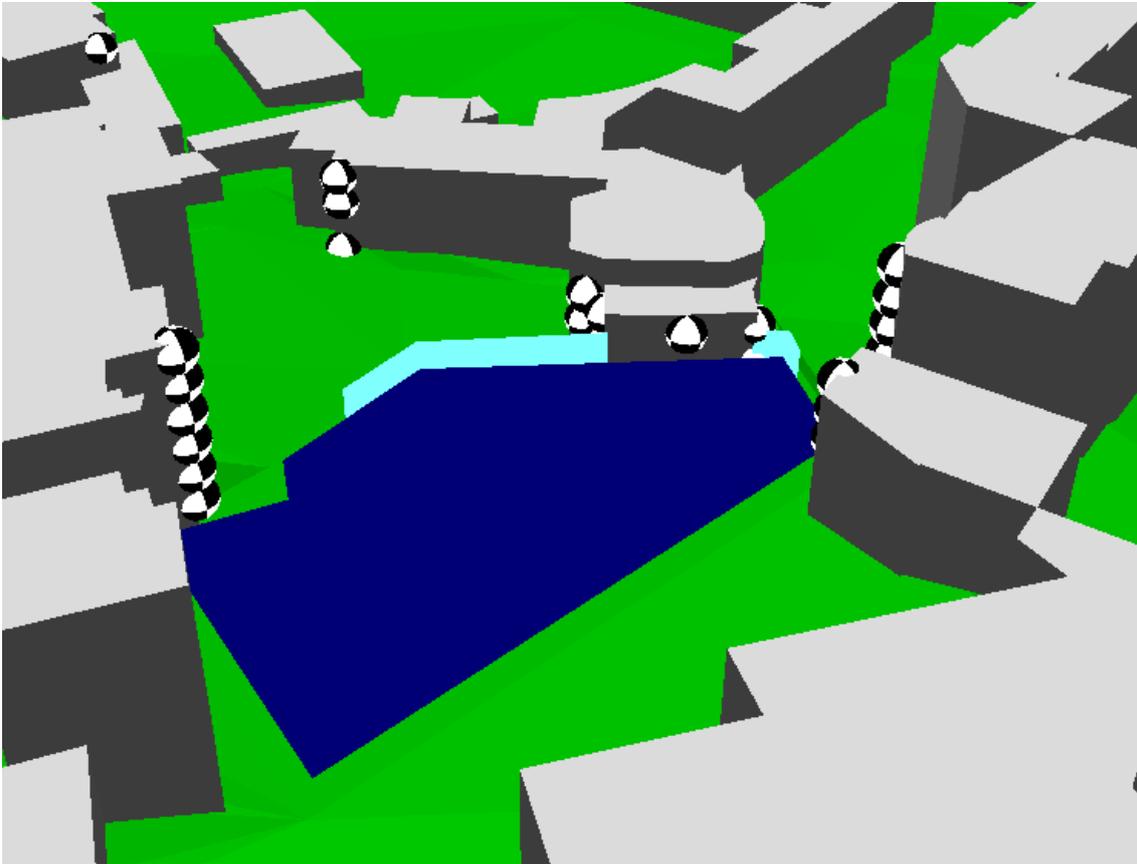


Figura 14: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do Estaleiro PV215 (vista sensivelmente de nordeste para sudoeste) incluindo Barreiras Acústicas (azul claro)

3.3.6 Estaleiro EIS

Na Figura 15 apresenta-se a localização dos Estaleiro da Estação Infante Santo (EIS), Estaleiro Norte (EIS-N), Estaleiro Sul (EIS-S) e Estaleiro Central (EIS-C) e de polígonos a 200 m de distância dos limites dos Estaleiros, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais.** Necessidade de confirmar uso. A cerca de 140 m de distância do Estaleiro.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis.
Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Inválidos do Comércio.** Necessidade de confirmar uso. A cerca de 185 m de distância dos Estaleiros.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis.
Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A). Necessidade de compatibilizar com PV215, onde este edifício também se encontra amenos de 200m.

- **Escola Profissional ASAS (Agentes de Serviço e Apoio Social).** A cerca de 140 m de distância dos Estaleiros.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis.
Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A). Necessidade de compatibilizar com PV215, onde este edifício também se encontra amenos de 200m.
- **Instituto da Defesa Nacional.** Informação de possuir auditórios e biblioteca, portanto comparável a Escola. Necessidade de confirmar uso.
Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis.
Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Casa do Regalo.** Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
- **Habitacões.** No mínimo imediatamente próximas. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 15), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{AW} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, na área de estaleiro [no caso do EIS-N, canalizado para a zona de acesso, equivalente a 83 dB(A)/m², no caso do EIS-S equivalente a 83 dB(A)/m² e no caso do EIS-C equivalente a 75 dB(A)/m²].

- PMC-EIS-01 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas do Estaleiro EIS-N.
- PMC-EIS-02 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas do Acesso Acústico previsto, na zona do Estaleiro EIS-N.
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- PMC-EIS-03 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas do Estaleiro EIS-C.
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- PMC-EIS-04 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas do Estaleiro EIS-S.
Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- PMC-EIS-05 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto do Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais, para dedução dos níveis nos pontos PMC-EIS-05' e PMC-EIS-05''.
- PMC-EIS-06 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto do Instituto da Defesa Nacional.
- PMC-EIS-07' (último piso) e PMC-EIS-07'' (último piso): Pontos aferição indireta, junto dos Inválidos do Comércio e da Escola Profissional ASAS

Os primeiros níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 9, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, pois existe a menos de 200 m de distância: Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais (verificar tipo de uso), Instituto da Defesa Nacional (informação de possuir biblioteca e auditórios; confirmar), Escola Profissional ASAS e Inválidos do Comércio (verificar uso). Contudo prevê-se, em

todos estes recetores níveis sonoros inferiores ao limite de boa prática estabelecido: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EIS-02 (4m), ou similar, em PMC-EIS-03 (4m), ou similar, e em PMC-EIS-04 (4m), ou similar, para controlar que os níveis sonoros nos Recetores com potencial maior sensibilidade no período diurno, já enunciados (necessidade de controlo de quais os edifícios efetivamente sensíveis ao ruído) não é ultrapassado o limite de boa prática: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, um valor de $L_{Aeq} > 98$ dB(A), em PMC-EIS-02 (4m), $L_{Aeq} > 95$ dB(A), em PMC-EIS-03 (4m), e $L_{Aeq} > 98$ dB(A) em PMC-EIS-04 (4m) [recomenda-se limitar a $L_{Aeq} \leq 80$ dB(A) junto das habitações] deverão significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) no Instituto da Imaculada.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 131$ dB(A) para cada Estaleiro EIA-N, EIS-S e EIS-C, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) no Instituto da Imaculada.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 113$ dB(A) para cada Estaleiro EIA-N, EIS-S e EIS-C, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 80$ nas habitações mais próximas dos Estaleiros.

Se $L_{Aw} > 131$ | 113 dB(A), será necessário definir | equacionar medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações imediatamente próximas. Os valores previstos nas habitações mais próximas são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EIS-02 (4m), ou similar, em PMC-EIS-03 (4m), ou similar, e em PMC-EIS-04 (4m), ou similar, para controlar que, nas habitações mais próximas, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 93$ dB(A) para cada Estaleiro EIA-N, EIS-S e EIS-C, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações mais próximas.

Se $L_{Aw} > 93$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações imediatamente próximas. Os valores previstos nas habitações mais próximas são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período noturno deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EIS-02 (4m), ou similar, em PMC-EIS-03 (4m), ou similar, e em PMC-EIS-04 (4m), ou similar, para controlar que, nas habitações mais próximas, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 88$ dB(A) para cada Estaleiro EIA-N, EIS-S e EIS-C, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações mais próximas.

Se $L_{Aw} > 88$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Nota de sobreposição.** Para emissões não uniformes, será necessário determinar as contribuições em termos de soma energética, como efetuado nos subcapítulos anteriores, a título de exemplo, para ECA e ECO.

O acesso acústico previsto no EIS-N, e que se localiza com mais detalhe na Figura 17 deverá possuir as seguintes características acústicas:

- Elementos Laterais:
 - Lado Esquerdo:
 - Altura: 5 m; Extensão: 41 m; Área: $41 \times 5 = 205 \text{ m}^2$.
 - Lado direito:
 - Altura: 5 m; Extensão: 38 m; Área: 190 m^2 .
- Índice de Redução Sonora: $R_w \geq 26 \text{ dB}$.
- Índice de coeficiente de Absorção Sonora: $\alpha_w \geq 0.6$.
- Recomenda-se também a cobertura – de forma removível, para eventual necessidade de passagem de estruturas com altura superior a 5 m, mas com manutenção coberta durante o maior tempo possível, para proteção dos moradores no local – com material de características idênticas:
 - Índice de Redução Sonora: $R_w \geq 26 \text{ dB}$.
 - Índice de coeficiente de Absorção Sonora: $\alpha_w \geq 0.6$.
 - Área da cobertura: 214 m^2 .

Na Figura 18 e Figura 19 apresentam-se os mapas de Ruído horizontais e verticais, respetivamente para a solução de Acesso Acústico só com painéis laterais e para a solução também com cobertura, sendo evidente, nos mapas de ruído verticais, o benefício significativo da implementação da cobertura, ainda que de forma removível.



Figura 15: Localização dos Estaleiros Norte (N), Sul (S) e Central (C) da Estação Infante Santo (EIS) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 9: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiros EIS com $L_{Aw} = 110$ dB(A)]

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-EIS-01 (4m)	38°42'39.33"N 9° 9'54.08"W	67	76
PMC-EIS-02 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'39.68"N 9° 9'55.58"W	68	77
PMC-EIS-03 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'37.62"N 9° 9'57.42"W	63	74
PMC-EIS-04 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'35.87"N 9° 9'58.28"W	59	77
PMC-EIS-05 (4m)	38°42'39.09"N 9°10'0.43"W	82	44
PMC-EIS-05' (último piso)	38°42'37.67"N 9°10'1.75"W	85	44
PMC-EIS-05'' (último piso)	38°42'39.64"N 9°10'1.59"W	90	42
PMC-EIS-06 (4m)	38°42'33.87"N 9°10'3.32"W	71	38
PMC-EIS-06' (último piso)	38°42'33.87"N 9°10'3.32"W	80	38
PMC-EIS-07' (último piso)	38°42'45.10"N 9° 9'58.93"W	84	37
PMC-EIS-07'' (último piso)	38°42'44.91"N 9° 9'53.13"W	94	38

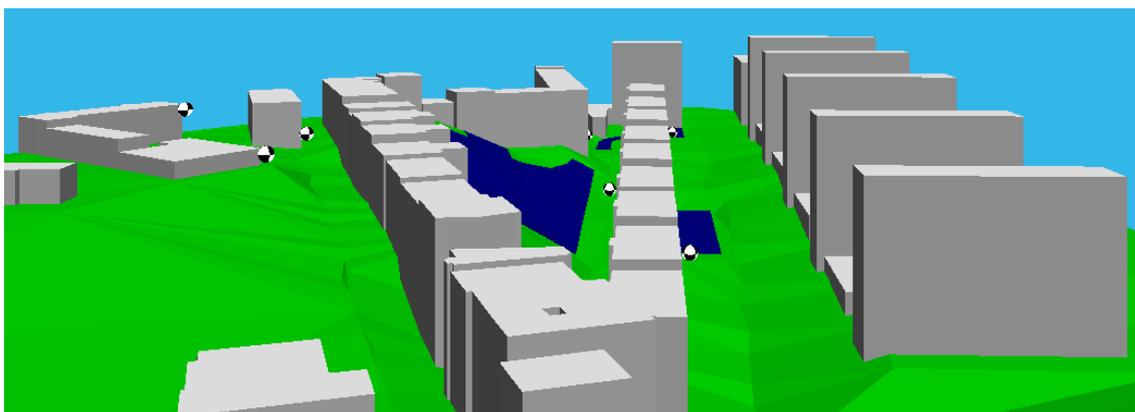


Figura 16: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do Estaleiro EIS (vista sensivelmente de sudoeste para nordeste)

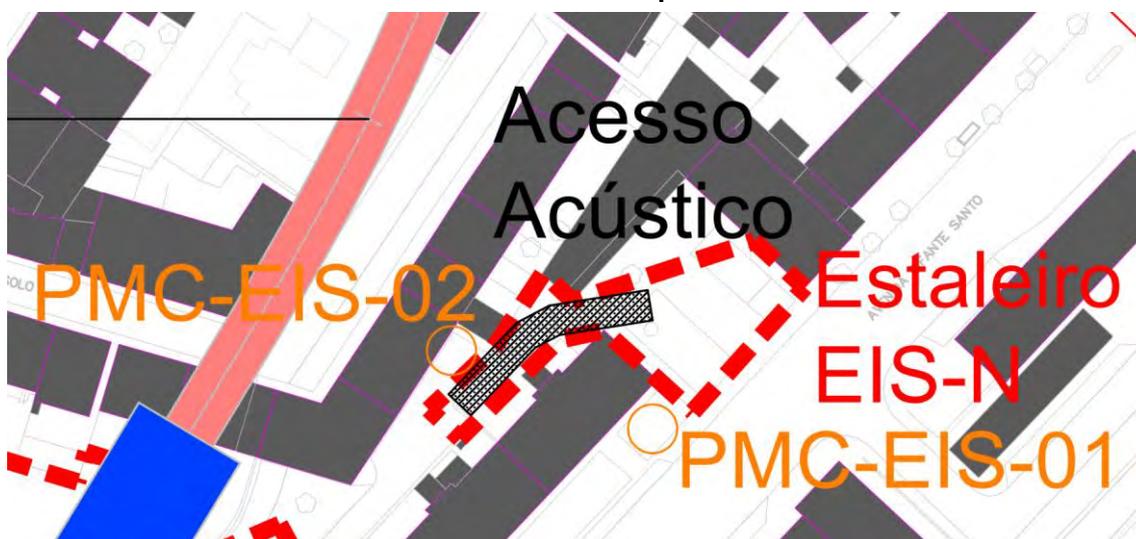


Figura 17: Localização mais detalhada do Acesso Acústico em EIS-N

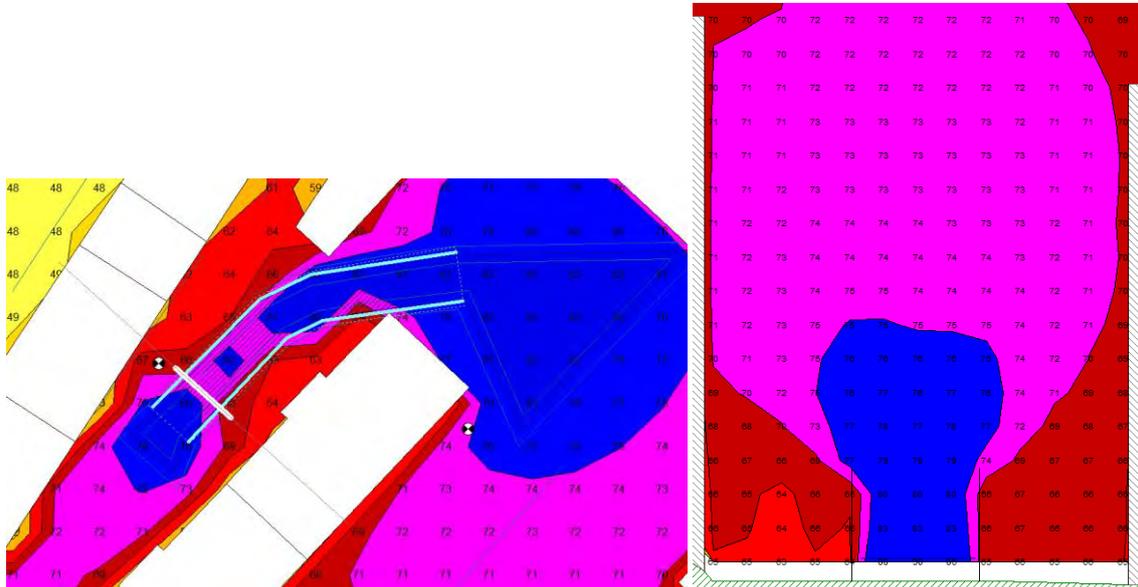


Figura 18: Mapa de Ruído horizontal (MRh; malha 5x5 m; à esquerda) e vertical (MRv; malha 1.5x1,5m; à direita); o MRv desenvolve-se na linha branca no MRh) na zona do Acesso Acústico (EIS) apenas com Barreiras laterais

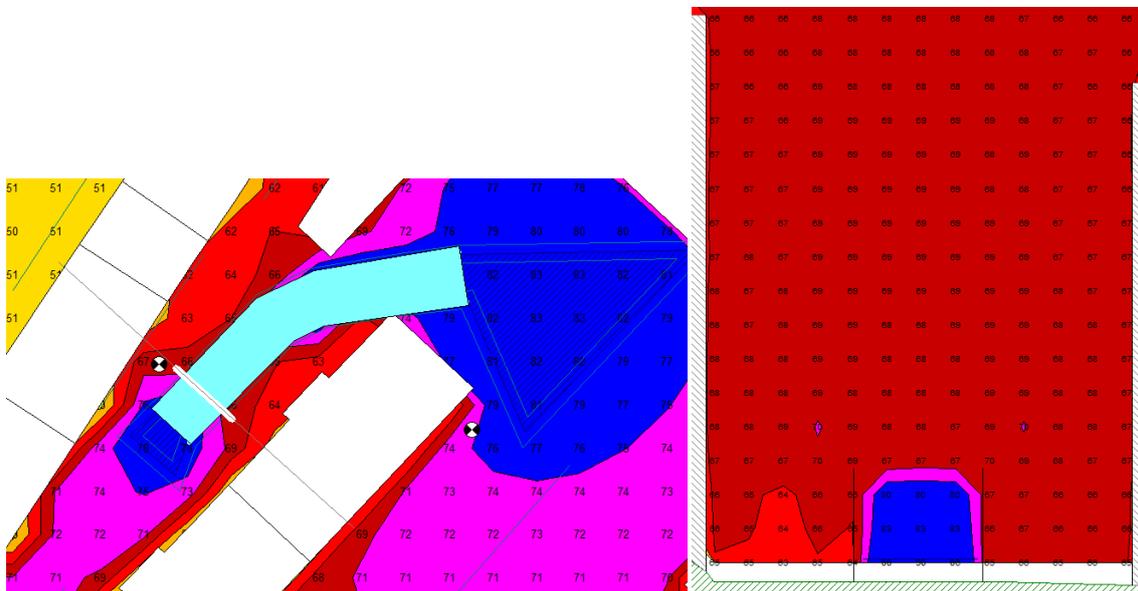


Figura 19: Mapa de Ruído horizontal (MRh; malha 5x5 m; à esquerda) e vertical (MRv; malha 1.5x1,5m; à direita); o MRv desenvolve-se na linha branca no MRh) na zona do Acesso Acústico (EIS) com Barreiras laterais e cobertura do acesso

3.3.7 Estaleiros BAL, VDT e EAL

Na Figura 20 apresenta-se a localização dos Estaleiros da zona do Baluarte (BAL), da zona do Viaduto (VDT), Este (BAL-E, VDT-E) e Oeste (BAL-O, VDT-O) e da Estação de Alcântara (EAL) incluindo a própria frente da Estação de Alcântara (AL), e de polígonos a 200 m de distância dos limites dos Estaleiros, e AL, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **Palácio das Necessidades (Serviços do Ministério dos Negócios Estrangeiros), Estação Alcântara Terra e Igreja de São Pedro de Alcântara.** Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR não existem limites acústicos legais específicos aplicáveis.
- **Habitações.** No mínimo imediatamente próximas. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 20), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{AW} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, na área de estaleiro [no caso do BAL-E equivalente a 74 dB(A)/m², no caso do BAL-O equivalente a 79 dB(A)/m², no caso do VDT-E equivalente a 86 dB(A)/m², no caso do VDT-O equivalente a 86 dB(A)/m², no caso do EAL equivalente a 84 dB(A)/m², no caso da frente AL equivalente a 73 dB(A)/m²].

- **PMC-BAL-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas da parte este do Estaleiro BAL-E, para dedução dos níveis sonoros em PMC-BAL-01' e PMC-BAL-01''.
- **PMC-BAL-02 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas da parte sul do Estaleiro BAL-O, para dedução da exposição em PMC-BAL-02'. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-BAL-03 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto do Palácio das Necessidades.
- **PMC-BAL-04 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas da parte norte do Estaleiro BAL-O.
- **PMC-VDT-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas dos Estaleiros VDT-E e BAL-O. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-VDT-02 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações mais próximas, a sudoeste, do Estaleiro VDT-O.
- **PMC-VDT-03 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações mais próximas, a noroeste, do Estaleiro VDT-O.
- **PMC-EAL-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações mais próximas do Estaleiro EAL. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-EAL-02 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas da parte sudeste da frente da Estação AL.
- **PMC-EAL-03 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto de habitações próximas da parte norte da frente da Estação AL. Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.
- **PMC-EAL-03 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel.

Os níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 10, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:**
 - **Estaleiros do Baluarte (BAL-E e BAL-O) e Viaduto (VDT-E e VDT.O).** Desnecessidade de pedir Licença Especial de Ruído, pois não existem escolas, hospitais ou similares a menos de 200 m.

Recomenda-se que junto das habitações nunca ocorra, em termos de valor médio energético diário, valores superiores a 80 dB(A). Ou seja, em termos de distribuição uniforme, não ocorra, para cada Estaleiro, valores de $L_{Aw} > 114$ dB(A).

- **Estaleiro EAL e frente AL.** Necessidade de equacionar pedir Licença Especial de Ruído, pois existe, a menos de 200m, a Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (necessidade de esclarecer uso).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-EAL-01 (4m), ou similar, e em PMC-EAL-03 (4m), ou similar, para controlar que na Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (necessidade de determinar compartimentos/fachadas sensíveis) com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta, para distribuição uniforme, que para valor de $L_{Aeq} > 85$ dB(A), em PMC-EAL-01 (4m), e de $L_{Aeq} > 80$ dB(A), em PMC-EAL-03 (4m), poderá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) na Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel. Recomenda-se que em PMC-EAL-01 (4m), devido à proximidade de habitações o valor não seja superior a 80 dB(A).

A informação atual aponta, para distribuição uniforme, que valores de $L_{Aw} > 116$ dB(A), para o Estaleiro EAL e frente Al, poderão significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) na Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel, e valores de $L_{Aw} > 111$ dB(A), para o Estaleiro EAL e frente Al, poderão significar valores de $L_{Aeq} > 80$ dB(A) nas habitações mais próximas, o que deverá ser evitado.

Se $L_{Aw} > 111$ | 116 dB(A), será necessário equacionar | definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período do entardecer.** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações imediatamente próximas ou a menos de 200 m de todos os Estaleiros. Os valores previstos nas habitações mais próximas, são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-BAL-02 (4m), ou similar, PMC-VDT-01 (4m), ou similar, PMC-EAL-01 (4m), ou similar, e em PMC-EAL-03 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 94$ dB(A) para cada Estaleiro BAL-E, BAL-O, VCT-E e VDT-O, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas dos Estaleiros BAL ou VDT.

Se $L_{Aw} > 94$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 91$ dB(A) para cada Estaleiro EAL e frente Al, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas do Estaleiro EAL ou frente AL.

Se $L_{Aw} > 91$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações imediatamente próximas ou a menos de 200 m de todos os Estaleiros. Os valores previstos nas habitações mais próximas, são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A).

A eventual extensão da atividade ao período noturno deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-BAL-02 (4m), ou similar, PMC-VDT-01 (4m), ou similar, PMC-EAL-01 (4m), ou similar, e em PMC-EAL-03 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 89$ dB(A) para cada Estaleiro BAL-E, BAL-O, VCT-E e VDT-O, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas dos Estaleiros BAL ou VDT.

Se $L_{Aw} > 89$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

A informação atual aponta que, para distribuição uniforme, $L_{Aw} > 86$ dB(A) para cada Estaleiro EAL e frente AL, poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas do Estaleiro EAL ou frente AL.

Se $L_{Aw} > 86$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Nota de sobreposição.** Será necessário atentar à influência simultânea da frente AL, associada à construção da Estação de Alcântara, e do Estaleiro PV217, pelo menos em PMC-EAL-04. Para a informação atual tem-se: $60 \oplus 59 \approx 63$ dB(A), o que poderá significar mais restrições (até + 3dB a + 4dB) do que as explicitadas anteriormente. Para emissões não uniformes, será necessário determinar as contribuições em termos de soma energética, como efetuado nos subcapítulos anteriores, a título de exemplo, para ECA e ECO.

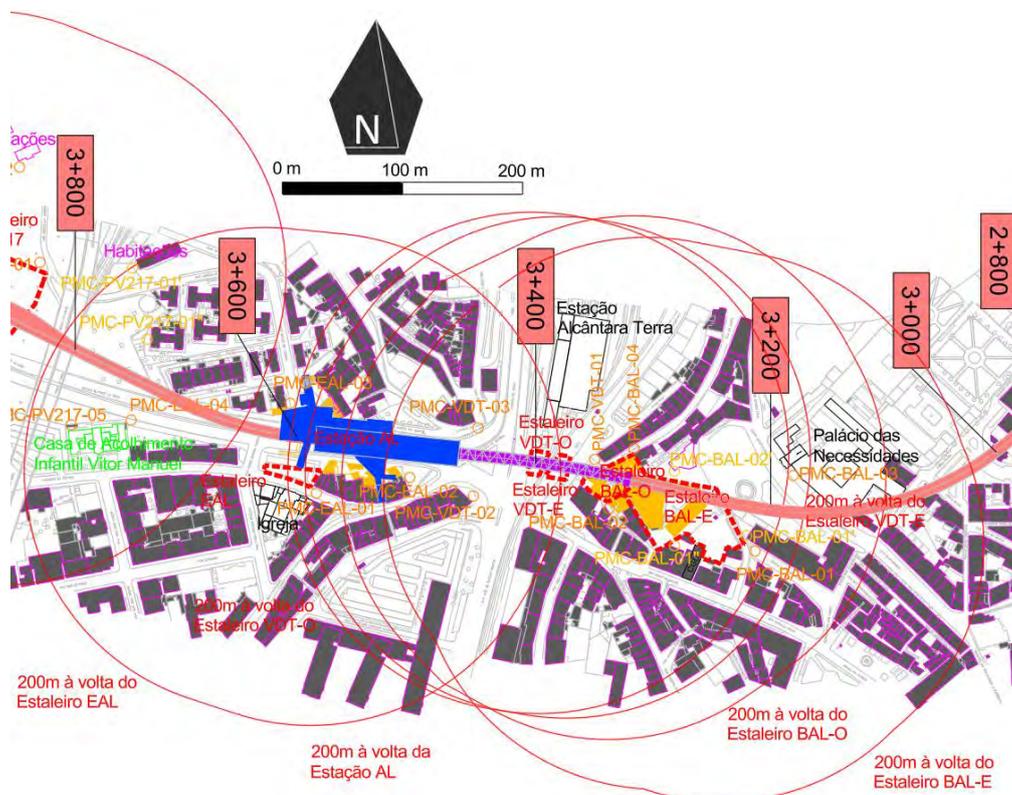


Figura 20: Localização dos Estaleiros Este (E) e Oeste (O) na zona do Baluarte (BAL), e na zona do Viaduto (VDT), e Estaleiro (EAL) e Estação (AL) de Alcântara, e envolvimento, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 10: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiros BAL, VDT, EAL e AL com $L_{Aw} = 110$ dB(A)]

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-BAL-01 (4m)	38°42'21.78"N 9°10'17.47"W	23	69
PMC-BAL-01' (4m)	38°42'22.19"N 9°10'17.77"W	24	71
PMC-BAL-01" (último piso)	38°42'21.88"N 9°10'20.40"W	20	73
PMC-BAL-02 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'22.93"N 9°10'22.68"W	14	75
PMC-BAL-02 (último piso)	38°42'22.93"N 9°10'22.68"W	20	75
PMC-BAL-02' (4m)	38°42'23.96"N 9°10'20.08"W	30	70
PMC-BAL-03 (4m)	38°42'23.98"N 9°10'16.03"W	31	58
PMC-BAL-04 (4m)	38°42'24.48"N 9°10'21.70"W	12	76
PMC-VDT-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'24.20"N 9°10'22.98"W	9	77
PMC-VDT-02 (4m)	38°42'23.14"N 9°10'27.39"W	7	71
PMC-VDT-03 (4m)	38°42'25.16"N 9°10'27.25"W	8	71
PMC-EAL-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'23.31"N 9°10'32.80"W	14	79
PMC-EAL-02 (4m)	38°42'23.60"N 9°10'29.44"W	12	71
PMC-EAL-03 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'25.71"N 9°10'33.53"W	24	74
PMC-EAL-04 (4m)	38°42'25.10"N 9°10'39.24"W	22	59
PMC-PV217-05 (4m)	38°42'25.06"N 9°10'41.42"W	23	47

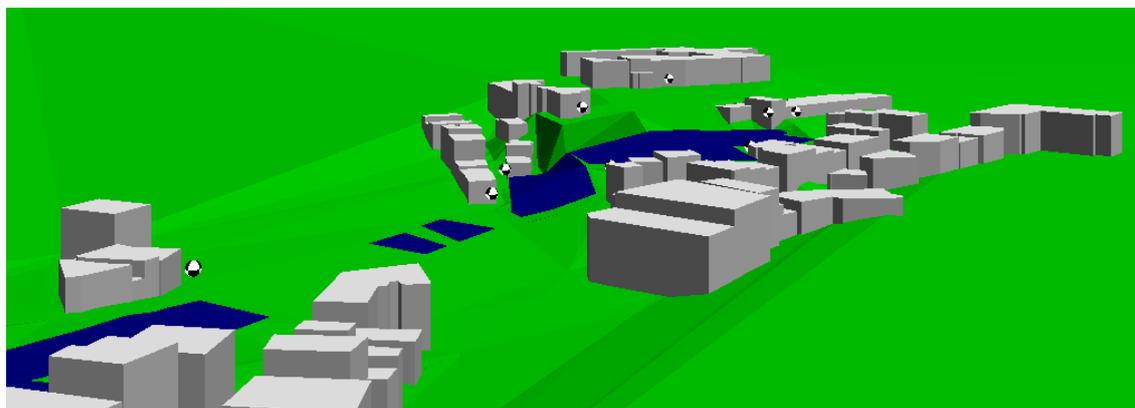


Figura 21: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica dos Estaleiros VDT e BAL (vista sensivelmente de sudoeste para nordeste)

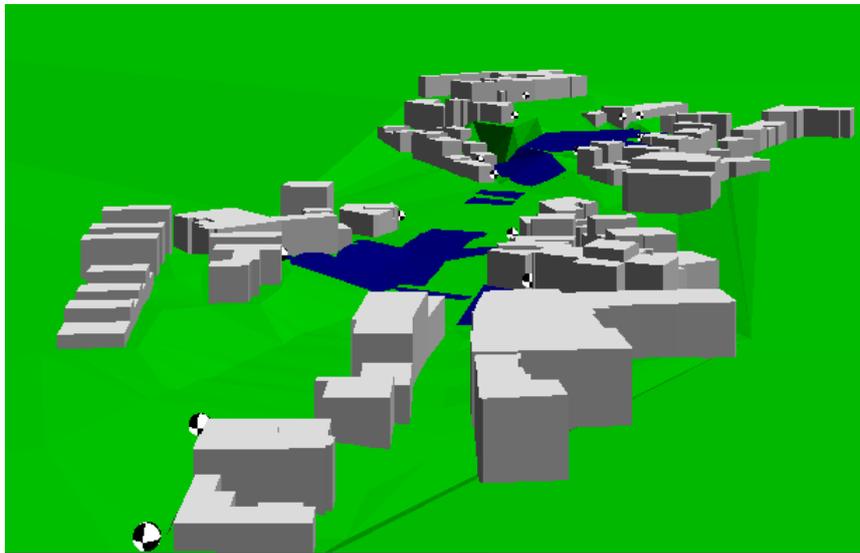


Figura 22: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica dos Estaleiros EAL e AL (vista sensivelmente de sudoeste para nordeste)

3.3.8 Estaleiro PV217

Na Figura 23 apresenta-se a localização do Estaleiro do Poço de Ventilação PV2017 e de polígono a 200 m de distância dos limites do Estaleiro, sendo possível verificar que a menos de 200 m se encontra:

- **Instituto Superior de Agronomia.** No mínimo a cerca de 230 m de distância. Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Escola EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino.** No mínimo a cerca de 110 m de distância. Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel.** Necessidade de confirmar uso. No mínimo a cerca de 90 m de distância. Ao abrigo do Artigo 14.º e 15.º do RGR existem limites acústicos legais específicos aplicáveis, durante o período de funcionamento, nos compartimentos sensíveis. Afigura-se adequado cumprir limites de boa prática para o período diurno, caso exista atividade sensível nesse período para este Recetor: $L_{Aeq,diurno} \leq 65$ dB(A).
- **Habitações.** No mínimo a cerca de 75 m de distância do Estaleiro. Aplicam-se os requisitos do Artigo 14.º e 15.º do RGR.

Afigura-se adequado recomendar os seguintes pontos de monitorização (ver localização na Figura 23), onde serão aqui efetuadas previsões de ruído de base, para um nível de Potência Sonora de $L_{Aw} \approx 110$ dB(A), uniformemente distribuído, na área de estaleiro [neste caso equivalente a 75 dB(A)/m²].

- **PMC-PV217-01 (4m):** Ponto de medição direta a 4 m de altura muito junto do Estaleiro PV217, para dedução dos níveis sonoros nos Recetores, em particular PMC-PV217-01' e PMC-PV217-01''.

Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar, para deduzir continuamente os níveis sonoros neste ponto e nos restantes associados.

- PMC-PV217-02 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto das habitações que se preveem mais expostas ao ruído do Estaleiro.
- PMC-PV217-03 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto do Instituto Superior de Agronomia.
- PMC-PV217-04 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Escola RB1 + Jardim de Infância Raúl Lino.
- PMC-PV217-05 (4m): Ponto de medição direta a 4 m de altura junto da Casa de Acolhimento Vitor Manuel.

Os níveis previstos nestes pontos, estão explicitados no Quadro 11, de onde se conclui:

- **Atividade apenas no período diurno:** Necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, pois a EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino, e a Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (confirmar uso) estão a menos de 200 m de distância do Estaleiro. Contudo os valores previstos, neste Recetores e no Instituto Superior de Agronomia, cumprem o limite de boa prática estabelecido: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV217-01 (4m), ou similar, para controlar que na EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino, na Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel (necessidade de controlo de quais os edifícios efetivamente sensíveis ao ruído) e no Instituto Superior de Agronomia, não é ultrapassado o limite de boa prática: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

A informação atual aponta que um valor de $L_{Aeq} > 77$ dB(A), em PMC-PV217-01 (4m), deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) na Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel. A informação atual aponta que um valor de $L_{Aw} > 115$ dB(A) no Estaleiro PV217 deverá significar valores de $L_{Aeq} > 65$ dB(A) na Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel.

- **Atividade estendida ao período do entardecer:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores são todos menores ou iguais ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 60$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período do entardecer deverá assim implicar a restrições e/ou medidas que não superem a emissão considerada no período diurno.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV217-01 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que um valor de $L_{Aeq} > 72$ dB(A) em PMC-PV217-01 (4m), poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas. A informação atual aponta que um valor de $L_{Aw} > 110$ dB(A) no Estaleiro PV217 poderá significar valores de $L_{Aeq} > 60$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

Se $L_{Aw1} > 110$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Atividade estendida ao período noturno:** Considera-se necessidade de pedir Licença Especial de Ruído, dada a existência de habitações a menos de 200 m. Os valores previstos nos Recetores são todos superiores ao limite legal: $L_{Aeq} \leq 55$ dB(A). A eventual extensão da atividade ao período noturno deverá assim implicar restrições e/ou medidas.

Recomenda-se monitorização contínua em PMC-PV217-01 (4m), ou similar, para controlar que, nos Recetores, com as restrições/medidas aplicadas, o limite legal não é ultrapassado.

A informação atual aponta que um valor de $L_{Aeq} > 67$ dB(A) em PMC-PV217-01 (4m), poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas.

A informação atual aponta que um valor de $L_{Aw} > 105$ dB(A) no Estaleiro PV217 poderá significar valores de $L_{Aeq} > 55$ dB(A) nas habitações, ou similares, mais próximas. Se $L_{Aw1} > 105$ dB(A), será necessário definir medidas que façam cumprir os limites nos Recetores.

- **Nota de sobreposição.** Será necessário atentar à influência simultânea da frente AL, associada à construção da Estação de Alcântara, e do Estaleiro PV217, pelo menos em PMC-EAL-04. Para a informação atual tem-se: $60 \oplus 59 \approx 63$ dB(A), o que poderá significar mais restrições (até + 3dB a + 4dB) do que as explicitadas anteriormente. Para emissões não uniformes, será necessário determinar as contribuições em termos de soma energética, como efetuado nos subcapítulos anteriores, a título de exemplo, para ECA e ECO.

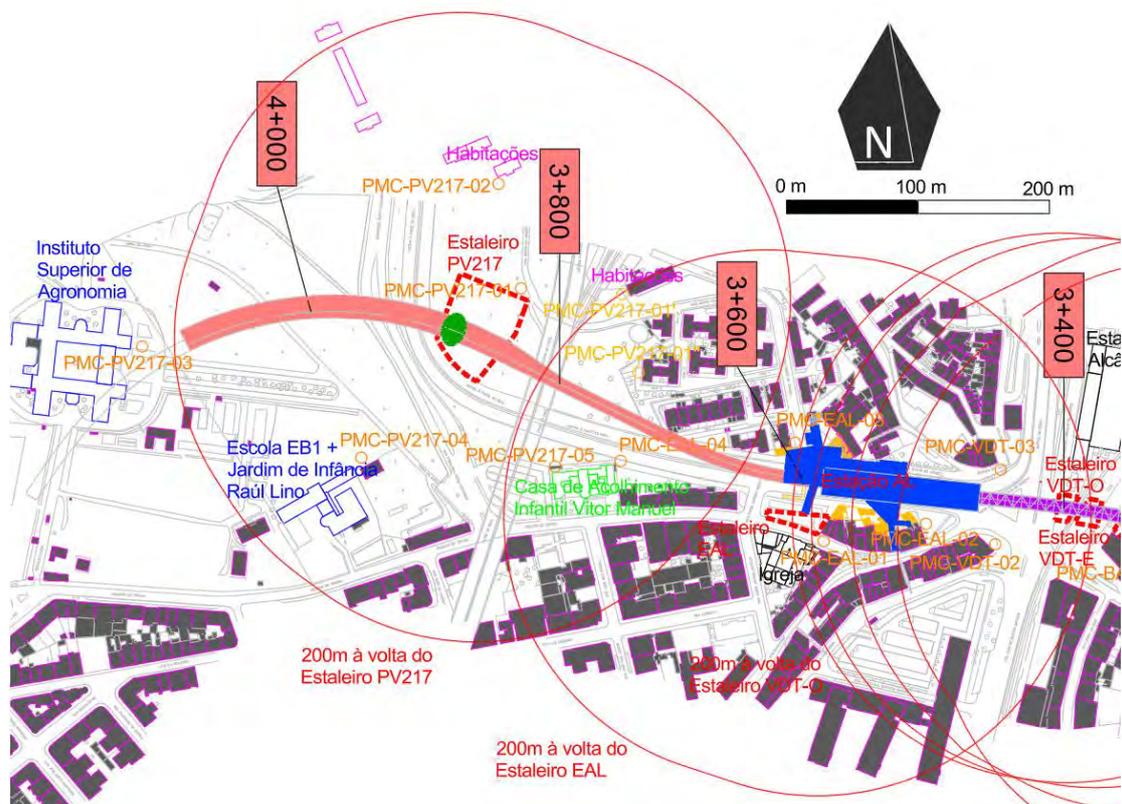


Figura 23: Localização do Estaleiro do Poço de Ventilação 217 (PV217) e envolvente, e identificação dos pontos monitorização na fase de construção (PMC) propostos

Quadro 11: Níveis sonoros previstos nos Pontos de monitorização, diretos e indiretos, definidos [Estaleiro PV217 com $L_{Aw} = 110$ dB(A)]

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-PV217-01 (4m) Recomenda-se monitorização contínua neste ponto, ou similar.	38°42'29.22"N 9°10'42.21"W	39	72
PMC-PV217-01' (último piso)	38°42'29.31"N 9°10'38.83"W	53	60
PMC-PV217-01'' (último piso)	38°42'27.29"N 9°10'38.42"W	38	59
PMC-PV217-02 (4m)	38°42'32.11"N 9°10'43.02"W	47	60
PMC-PV217-02 (último piso)	38°42'32.11"N 9°10'43.02"W	56	60
PMC-PV217-03 (4m)	38°42'27.72"N 9°10'54.51"W	56	53

Recetor Ponto de Monitorização Construção (altura acima do solo)	Coordenadas aproximadas	Cota aproximada	L_{Aeq} (diurno) [dB(A)]
PMC-PV217-03' (último piso)	38°42'27.72"N 9°10'54.51"W	70	52
PMC-PV217-04 (4m)	38°42'24.91"N 9°10'47.45"W	34	58
PMC-PV217-05 (4m)	38°42'24.88"N 9°10'41.48"W	23	60
PMC-EAL-04	38°42'24.95"N 9°10'39.18"W	22	60

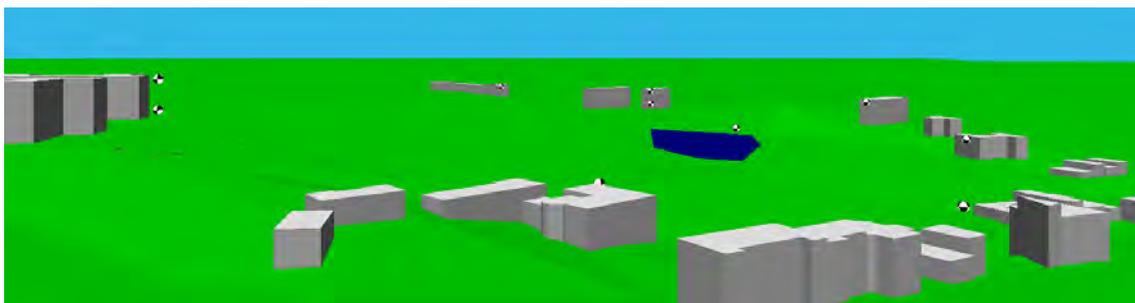


Figura 24: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica do Estaleiro PV217 (vista sensivelmente de sudoeste para nordeste)

4 REAVALIAÇÃO DE IMPACTES

No Relatório Síntese do EIA, disponível em:

<https://participa.pt/contents/consultationdocument/LVSSA%20EIA%20RS%20MD%20002%20A.pdf>

consta o seguinte no seu capítulo “7.13.4.3 Avaliação de Impactes na Fase de Construção”:

“Consideram-se como suscetíveis de sofrer impactes negativos as zonas com usos do solo com sensibilidade ao ruído, que se encontram na proximidade de locais onde ocorrerão obras a céu aberto (futuras estações, poços de ventilação, estaleiros e da saída do túnel e viaduto de Alcântara):

- o Entre cerca do PK 0+500 e cerca do PK 0+800, ambos os lados;*
- o Entre cerca do PK 0+950 e cerca do PK 1+000, lado ascendente;*
- o Entre cerca do PK 1+550 e cerca do PK 1+800, ambos os lados;*
- o Entre cerca do PK 2+080 e cerca do PK 2+140, ambos os lados;*
- o Entre cerca do PK 2+400 e cerca do PK 2+600, ambos os lados;*
- o Entre cerca do PK 3+200 e cerca do PK 3+700, ambos os lados.*

Recomenda-se a adoção de medidas minimizadoras de ruído na fase de construção.

Esta análise deverá ser efetuada com maior detalhe em fase de projeto de execução, com o conhecimento detalhado dos equipamentos a utilizar em fase de obra.”

Os locais analisados nos subcapítulos anteriores [Estaleiro Central: cerca de 170 m antes do km 0+000; Estaleiros ECA: km 0+500 a km 0+800; Estaleiro PV211: km 0+950 a km 1+000; Estaleiros ECO: km 1+550 a km 1+800; Estaleiro PV215: km 2+080 a km 2+140; Estaleiros EIS: km 2+400 a km 2+600; Estaleiros BAL, VDT e EAL: km 3+200 a km 3+700; Estaleiro PV217: km 3+860) cumprem e ultrapassam, pela informação disponível, a indicação do EIA.

A previsão genérica dos trabalhos à superfície se cingirem ao período diurno, e na perspetiva da legislação de ruído (DL 9/2007; RGR) para Atividades Ruidosas Temporárias (ART; inexistência de limites objetivos para o período diurno), considera-se a ocorrência de:

- **Impactes Negativos Pouco Significativos em quase todas as situações,**

desde que sejam cumpridas as restrições para redução ao mínimo possível da exposição ao ruído no período diurno, das habitações ou similares mais próximas [no máximo $L_{Aeq} \leq 80$ dB(A)] e das escolas, hospitais e similares mais próximos [no máximo $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A)].

Excetua-se do referido a Escola EB1+Jardim de Infância Eng.º Ressano Garcia, que, sem medidas e para a emissão sonora típica do Estaleiro no período diurno [$L_{Aw} = 110$ dB(A)] não cumpre os limites de boa prática definidos: $L_{Aeq} \leq 65$ dB(A).

Foram assim dimensionadas Barreiras Acústicas que fazem cumprir o limite de boa prática em todas as fachadas da Escola Ressano Garcia, estimando-se assim, neste caso, a ocorrência de Impactes Negativo Pouco Significativos.

Se a emissão sonora no período diurno for superior ao assumido neste estudo, com as restrições necessárias indicadas em cada caso, poderão ocorrer Impactes Negativos Significativos.

Para que isso não aconteça foi definido pelo menos um (em vários casos mais do que um) ponto de monitorização contínua que permitirá aferir que os limites de emissão sonora, no período diurno, estão a ser cumpridos.

Se ocorrer extensão das atividades ao período do entardecer e/ou noturno será necessário aumentar as restrições e/ou definir medidas de redução de ruído em conformidade, para que ocorra cumprimento dos limites acústicos legais, no período do entardecer e noturno, em todos os Recetores com sensibilidade ao ruído nesses períodos e para que possa ocorrer Impactes Negativos Pouco Significativos.

5 MEDIDAS

5.1 Medidas previstas no EIA

Transcreve-se o contante no capítulo “10.13.2 Fase de Construção” do Relatório Síntese do EIA, disponível em:

<https://participa.pt/contents/consultationdocument/LVSSA%20EIA%20RS%20MD%20002%20OA.pdf>

“A localização das zonas que sofrerão impactes negativos na fase de construção poderá ser alterada, com inclusão de outros locais ou eliminação de alguns dos indicados, com o conhecimento detalhado: (i) do(s) tipo(s) de atividade(s)/operação(ões) de construção que estiverem a decorrer em simultâneo, (ii) da localização da frente de obra, (iii) das características específicas dos equipamentos ruidosos e (iv) da distância da frente de obra aos recetores com sensibilidade ao ruído.

Recomenda-se que as operações de construção, sobretudo as mais ruidosas, tenham lugar apenas no período diurno, conforme legislação em vigor.

As atividades ruidosas só poderão ter lugar para além daquele intervalo de tempo, nomeadamente no período noturno, sábados, domingos e feriados, mediante licença especial de ruído a conceder, em casos devidamente justificados, pela Câmara Municipal abrangida pelo projeto, conforme estabelecido no artigo 15º do Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de janeiro de 2007.

implantação de equipamentos ruidosos no interior de estaleiros deverá ser selecionada, com vista ao seu afastamento dos locais com utilização sensível ao ruído, nomeadamente dos locais com utilização escolar, hospitalar e habitacional.

Recomenda-se, assim, que sejam adotadas as medidas referidas anteriormente, enumeradas de seguida, tal como um conjunto de medidas complementares:

MM.AS.01 – Informação às populações: *Os habitantes e os utilizadores de instalações situadas dentro de uma faixa de proximidade ao limite do traçado da via, de cerca de 200 m, deverão ser informados sobre a ocorrência das operações de construção. A informação deverá incluir a hora de início das obras, o seu regime de funcionamento e a sua duração. Em particular, deverá especificar as operações mais ruidosas bem como o início e o final previstos. Deverá, ainda, incluir informação sobre o projeto e os seus objetivos.*

MM.AS.02 – Limitações temporais nas operações: *As operações de construção, em especial as mais ruidosas, que se desenrolem na proximidade (que pode ser entendida como até 200 m de distância) de casas de habitação, escolas, igrejas e hospitais deverão, tanto quanto possível, ter lugar, apenas na vigência do período diurno, conforme legislação em vigor. Deverão ser considerados os horários de aulas nas escolas existentes na proximidade, em particular na Escola Básica Engenheiro Ressano Garcia.*

MM.AS.03 – Licença Especial de Ruído (LER): *As atividades ruidosas só poderão ter lugar para além daquele intervalo de tempo, nomeadamente no período noturno, sábados, domingos e feriados, mediante licença especial de ruído a conceder, em casos devidamente justificados, pela Câmara Municipal de Lisboa abrangida pelo projeto, conforme estabelecido na legislação em vigor. Esta licença apenas deverá ser solicitada em casos em que as atividades construtivas não possam ser interrompidas por questões de segurança. O pedido da LER deverá ser acompanhado de medidas complementares de controlo de ruído atendendo aos limites legais aí definidos.*

MM.AS.04 – Controlo da potência sonora dos equipamentos: *Os equipamentos a utilizar na fase de construção devem ser selecionados atendendo à grandeza das suas emissões sonoras e à possibilidade de serem equipados com sistemas de contenção sonora.*

MM.AS.05 – Controlo e redução de ruído: *Em zonas de estaleiros, onde se prevejam atividades ruidosas ou utilização de equipamentos ruidosos, deverão ser adotadas medidas de contenção das emissões sonoras, de acordo com a especificidade e características de emissão sonora dos equipamentos e operações de obra. Estas medidas poderão assumir a forma de:*

- 1. painéis acústicos isolantes ($R_w > 27$ dB) e absorventes (coeficiente de absorção sonora $\alpha \geq 0,6$ nas bandas de oitava centradas nas frequências a partir de 250Hz) em substituição da vedação do estaleiro e/ou*
- 2. insonorização de equipamentos, através de atenuadores de ruído ou canópias insonorizantes sempre que exequível.*

Atendendo à proximidade dos usos sensíveis ao ruído às zonas de construção, prevê-se que em todos os locais onde ocorrerão atividades construtivas possa ser necessário a adoção de várias destas medidas. Em particular na Escola Básica Engenheiro Ressano Garcia prevê-se que deva ser adotada uma barreira acústica com características absorventes, com altura prevista entre 3 a 5 m, medida esta que poderá ser complementada com outra(s) medida(s).

Todas estas medidas deverão ser avaliadas e complementadas (se necessário) em função dos resultados do programa de monitorização de ruído.”

5.2 Complementação das medidas previstas no EIA

5.2.1 Antes do início da construção

Dado o tipo de obra e a potencial afetação devido ao ruído associada recomenda-se, de forma complementar ao estabelecido no EIA, e de forma concreta tendo em conta os desenvolvimentos específicos do presente estudo:

- **MM.AS.06:** Implementar a Barreira Acústica com as características dimensionais e acústicas explicitadas no capítulo anterior “3.3.5 Estaleiro PV215”, para proteção da Escola Ressano Garcia.
Em particular: Isolamento sonoro: $R_w \geq 26$ dB*; Absorção Sonora (dois lados): $\alpha_w \geq 0.6^*$.
* Face à disponibilidade do mercado e deste que se demonstre adequadamente a manutenção do cumprimento dos limites acústicos legais nos recetores, poderão ser aceites Barreiras Acústicas com R_w e/ou α_w mais reduzidos
- **MM.AS.07:** Implementar o Acesso Acústico no Estaleiro EIS-N, com as características dimensionais e acústicas explicitadas no capítulo anterior “3.3.6 Estaleiro EIS”.
Em particular: Isolamento sonoro: $R_w \geq 26$ dB*; Absorção Sonora (pelo menos no interior do acesso): $\alpha_w \geq 0.6^*$.
* Face à disponibilidade do mercado e deste que se demonstre adequadamente a manutenção do cumprimento dos valores pretendidos nos recetores, poderão ser aceites painéis, para constituir o acesso acústico, com R_w e/ou α_w mais reduzidos.
Será conveniente a criação de cobertura amovível, sobre o acesso, com características de isolamento e absorção sonora idênticas.
- **MM.AS.08a:** Planear a obra para que as operações à superfície se cinjam ao período diurno e para que sejam cumpridas as restrições indicativas (a aferir ao longo da construção através dos resultados da monitorização) de Nível de Potência Sonora L_{Aw} (assumiu-se distribuição uniforme da energia sonora pelas áreas de estaleiro) no período diurno, explicitadas nos capítulos anteriores e que se resumem aqui:
 - Estaleiro Central: $L_{Aw} \leq 124$ dB(A).
 - Estaleiros ECA: $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} \leq 119$ dB(A).
 - Estaleiro PV211: $L_{Aw} \leq 115$ dB(A).
 - Estaleiros ECO: $L_{Aw1} \oplus L_{Aw2} \oplus L_{Aw3} \leq 121$ dB(A).
 - Estaleiro PV215: $L_{Aw} \leq 110$ dB(A).
 - Estaleiro EIS: $L_{Aw} \leq 113$ dB(A)
 - Estaleiros BAL: $L_{Aw} \leq 114$ dB(A).
 - Estaleiros VDT: $L_{Aw} \leq 114$ dB(A).
 - Estaleiro EAL: $L_{Aw} \leq 111$ dB(A).
 - Estaleiro PV217: $L_{Aw} \leq 115$ dB(A).
- **MM.AS.09a:** Reunir com eventuais Associações de Moradores, Direções de Escolas, Hospitais e Similares, e outros Recetores especialmente sensíveis ao ruído da atividade construtiva (Listam-se no Quadro 12 os edifícios particulares identificados na envolvente dos Estaleiros, a tipologia de uso assumida e as necessidades de confirmação ao longo da construção) e/ou com os Responsáveis dos edifícios onde o Plano de Monitorização de vibração (ver relatório específico, onde se procura articulação com o presente Estudo] prevê instalação de sistema de monitorização contínua no interior:
 - iniciar uma via de comunicação rápida, eficaz e duradoura para manter ao longo de toda a fase de construção.

- Fornecer forma de contacto direto e facilitado com Responsável da obra para poder comunicar algum eventual problema associado ao ruído.
- Conhecer a localização específica, relativamente à obra, dos tipos de uso interior mais sensíveis: Habitações (DL 96/2008: quartos e zonas de estar); Escolas (DL 96/2008: Salas de aula, incluindo salas de aula musical, de professores, administrativas, Bibliotecas e gabinetes médicos, Salas polivalentes e berçários), Hospitais e similares (DL 96/2008: Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de consulta ou exame, enfermarias, salas de tratamento, administrativas e de convívio).
- Questionar e registar os horários mais e menos sensíveis ao ruído, para que a obra possa ser gerida de forma que as atividades mais ruidosas e/ou mais próximas dos espaços sensíveis possam ocorrer em horários menos sensíveis.
- Informar sobre o Plano de obra previsto.
- Informar que a obra será gerida para reduzir ao mínimo possível a perturbação associada ao ruído, sendo cumpridos e controlados os valores limites aplicáveis
- Nos casos aplicáveis verificar a autorização de instalação de sistema de monitorização contínua (aplicável à monitorização do ruído estrutural associado à vibração; ver estudo específicos de vibração na fase de construção).
- Informar que a evolução da obra e o ruído efetivamente apercebido, registado no sistema de monitorização de ruído, em cada fase, irá ser gerido no sentido de poder antecipar a exposição ao ruído nas fases seguintes, e a definir, se necessário e de forma antecipada, medidas concretas que obviem a exposição a níveis sonoros acima dos limites estabelecidos.
- Informar que, caso a gestão de ruído da obra preveja que, em determinada fase, os limites aplicáveis não possam de todo ser cumpridos – por razões de segurança ou outras razões ponderosas– haverá lugar a uma medida compensatória, com vista à possibilidade de deslocação das pessoas afetadas, durante o período de afetação, para outro local – por exemplo Hotel, no caso das habitações – ou a equação de outras medidas viáveis em articulação com os visados.
- Obter e transmitir toda a informação julgada relevante para a melhor gestão possível do ruído durante a fase de obra.
- **MM.AS.10a:** Com base na informação mais detalhada do cronograma de obra e com incidência nos primeiros 6 meses de obra (para maior foco e pormenorização, e menor probabilidade de alterações do cronograma que obriguem a revisão):
 - estudar com o maior rigor possível as previsões de ruído nas zonas em que se prevê maior probabilidade de afetação, em termos de ruído [aéreo (exterior dos edifícios) e estrutural (interior dos edifícios; ver estudo de vibrações)]. Ter em atenção as previsões, restrições e medidas já explicitadas nos capítulos anteriores deste estudo.
 - efetuar uma definição rigorosa de medidas de redução de ruído (ver indicações seguintes sobre medidas tipicamente viáveis e eficazes em obra) caso se preveja a possibilidade de ultrapassagem dos valores limite definidos. Indicar quais os casos e períodos em que se prevê não existirem medidas eficazes de redução de ruído – devidamente justificados e reduzidos ao mínimo possível – onde será necessário estabelecer medida compensatória (MC; **MC.AS.01**) de deslocação das pessoas afetadas para outro local – por exemplo Hotel, no caso das habitações.

- definir medições de controlo da eficácia das medidas implementadas e/ou de obtenção de resultados com vista à otimização e/ou retificação das medidas definidas, com vista ao cumprimento específico dos limites estabelecidos e com vista à obtenção de informação relevante para uma definição mais rigorosa e eficaz de medidas para outros casos, tendo em conta os pontos já definidos no presente Estudo e a informação obtida ao longo da monitorização.
- **MM.AS.11a/MC.AS.01:** Em último caso e se esgotadas todas as medidas tecnológicas e outras viáveis, e se preveja a ocorrência fundamentada de valores acima dos limites estabelecidos, equacionar a implementação de medida compensatória de deslocação das pessoas afetadas para outro local.
- **MM.AS.12a:** Emitir Relatório Técnico a enviar à Autoridade de AIA, contendo:
 - os resultados das reuniões com as Associações de Moradores, Direções de Escolas, Hospitais e Similares, e outros Recetores especialmente sensíveis ao ruído da atividade construtiva, e/ou com os Responsáveis dos edifícios onde o Plano de Monitorização prevê instalação de sistema de monitorização contínua de ruído interior (ver estudo de vibrações).
 - O estudo mais detalhado das previsões de ruído e definição de medidas (específicas e tecnológicas e compensatórias) e o plano de controlo.
 - A Licença Especial de Ruído emitida pelas Câmaras e pronúncias associadas.

Quadro 12: Lista de Edifícios particulares identificados na envolvente dos Estaleiros

Denominação do Edifícios particulares identificados	Coordenadas aproximadas	Uso assumido	Necessidade de confirmação
Estaleiro Central			
Palácio Leitão Palácio Mendonça	38°43'56.64"N 9° 9'22.04"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Nova Information Management School	38°43'56.96"N 9° 9'36.21"W	Escola	-
Estabelecimento Prisional de Lisboa	38°43'50.68"N 9° 9'31.99"W	Habitação	Confirma adequação de equiparação (informação de desativação gradual)
Estaleiros ECA			
Externato do Parque	38°43'30.95"N 9° 9'29.13"W	Escola	-
Hotel D. Pedro (5 estrelas)	38°43'29.20"N 9° 9'37.71"W	Habitação	Confirma adequação de equiparação
Direção Geral do Território	38°43'32.38"N 9° 9'33.69"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiro PV211			
Edifícios/estruturas EPAL	38°43'18.61"N 9° 9'34.32"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
PADEL	38°43'18.86"N 9° 9'28.68"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)

Denominação do Edifícios particulares identificados	Coordenadas aproximadas	Uso assumido	Necessidade de confirmação
Estaleiros ECO			
Escola do Serviço de Saúde Militar	38°43'6.86"N 9°49.63"W	Escola	Confirmar informação de estar desativado.
Instituto António Feliciano de Castilho	38°43'7.03"N 9°10'0.58"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Mercado de Campo de Ourique	38°42'58.06"N 9°10'0.41"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiro PV215			
Igreja do Santo Condestável	38°42'54.80"N 9°10'1.52"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Cemitério Alemão	38°42'51.34"N 9°54.23"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Escola EB1 + Jardim de Infância Eng. Ressano Garcia	38°42'49.23"N 9°56.45"W	Escola	-
Unidade de Saúde Familiar Santo Condestável	38°42'50.10"N 9°52.32"W	Similar a Hospital	-
Escola N. Senhora do Patrocínio	38°42'47.18"N 9°54.71"W	Escola	-
Escola Secundária Josefa de Óbidos	38°42'47.29"N 9°10'2.63"W	Escola	-
Unidade de Cuidados Continuados Integrados Rainha Dona Leonor	38°42'46.89"N 9°47.71"W	Similar a Hospital	-
Presidência do Conselho de Ministros	38°42'47.67"N 9°9'58.37"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiro PV215 e Estaleiros EIS			
Inválidos do Comércio	38°42'45.51"N 9°58.71"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Escola Profissional ASAS	38°42'45.60"N 9°53.12"W	Escola	-
Estaleiros EIS			
Possolo 24	38°42'41.22"N 9°56.10"W	Similar a Hospital	Confirmar efetivo tipo de uso
Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais	38°42'38.91"N 9°10'2.40"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Instituto da Defesa Nacional	38°42'33.18"N 9°10'4.25"W	Similar a Escola (informação de existência de biblioteca e auditórios)	Confirmar efetivo tipo de uso
Estaleiro BAL			

Denominação do Edifícios particulares identificados	Coordenadas aproximadas	Uso assumido	Necessidade de confirmação
Palácio das Necessidade	38°42'22.95"N 9°10'14.60"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estação Alcântara Terra	38°42'25.28"N 9°10'24.63"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiros EAL e Estaleiro PV217			
Igreja se S. Pedro de Alcântara	38°42'22.92"N 9°10'33.75"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Casa de Acolhimento Infantil Vítor Manuel	38°42'24.58"N 9°10'40.29"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Estaleiro PV217			
Instituto Superior de Agronomia	38°42'27.31"N 9°10'55.49"W	Escola	-
Escola EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino	38°42'23.82"N 9°10'48.02"W	Escola	-

5.2.2 Durante Fase de Construção

- **MM.AS.08b a MM.AS.12b** – Rever/renovar a cada 6 meses, e sempre que alterações do cronograma, resultados de controlo, ou outra informação o justifiquem:
 - **MM.AS.08b:** Replanear a obra para que as operações à superfície se cinjam ao período diurno e para que sejam cumpridas as restrições necessárias ao cumprimento dos requisitos acústicos legais e de boa prática.
 - **MM.AS.09b:** Novas reuniões com as Associações de Moradores, Direções de Escolas, Hospitais e Similares, e outros Recetores especialmente sensíveis ao ruído da atividade construtiva, e/ou com os Responsáveis dos edifícios onde o Plano de Monitorização prevê instalação de sistema de monitorização contínua de ruído interior (ver estudo de vibrações), tentando perceber a sensibilidade associada aos valores de ruído que têm efetivamente ocorrido.
 - **MM.AS.10b:** Efetuar revisão:
 - dos estudos mais detalhados das previsões de ruído e de definição de medidas (específicas e tecnológicas e compensatórias), as medidas efetivamente implementadas, os resultados do controlo efetuado e o novo plano de controlo.
 - dos pedidos de emissão de Licença Especial de Ruído.
 - da emissão de Relatórios Técnicos a enviar à Autoridade de AIA.

5.3 Indicação de medidas típicas

As atividades tipicamente mais impactantes em obra, em termos de ruído, e as medidas tipicamente mais viáveis e eficazes, e que se indicam como prováveis de constar concretamente

nos estudos detalhados de ruído a desenvolver de 6 em 6 meses (**MM.AS.10**), em função dos resultados já obtidos e previsões detalhadas para os 6 meses seguintes, são:

- Sinalização sonora de marcha atrás dos equipamentos/viaturas:
 - **MM.AS.10.i:** Fazer a gestão do espaço de manobra das máquinas de forma a reduzir ao mínimo possível a necessidade de utilização de sinalização de marcha-atrás.
 - **MM.AS.10.ii:** Verificar junto do ACT e do Responsável de Segurança da obra, e se necessário junto do fabricante/fornecedor dos equipamentos, nos casos em que não seja possível obviar a utilização da sinalização sonora de marcha-atrás e seja elevada a perturbação da população, sobre a possibilidade:
 - De redução da emissão sonora e/ou aumento da frequência (Hz) de emissão sonora (altas frequências são tipicamente mais atenuadas), e/ou aumento da característica de banda larga (tipo ruído branco, tipicamente menos incomodativo) da sinalização sonora de marcha-atrás, mantendo os critérios de segurança.
 - Se não suficiente ou não possível a redução referida, equacionar a possibilidade de utilização de outra forma de garantir a segurança, com eficácia igual ou superior à da utilização da sinalização sonora de marcha-atrás, mas sem emissão sonora.
- Ruídos de impacto muito perturbadores:
 - **MM.AS.10.iii:** Nos casos em que exista um relevante ruído de impacto muito perturbador da população – tipicamente peças metálicas – estudar forma de obviar a ocorrência dos impactes perturbadores, nomeadamente utilizando sistemas de amortecimento (tipo borrachas, esponjas ou similares) ou utilizando sistemas hidráulicos de ação lenta para minimizar ou eliminar o ruído de impacto.
- Aumento da absorção sonora de superfícies:
 - **MM.AS.10.iv:** No caso das trincheiras e dos poços, e outras situações similares, em que exista uma superfície refletora relevante, que contribui de forma relevante para o ruído a percebido pela população, deverá ser equacionada a implementação, nessas superfícies, de sistemas com absorção sonora elevada, para minimizar a energia sonora refletida. Deve ser dada especial atenção à modelação acústica nestes casos, em termos do tipo de objetos e número máximo de reflexões consideradas no modelo (tipicamente reflexões de 2.^a ordem são insuficientes para resultado próximo da realidade).
- Barreiras acústicas:
 - **MM.AS.10.v:** Sobretudo no caso das trincheiras ou situações similares, deverá ser equacionada a sua cobertura (barreira acústica horizontal) nos casos em que tal contribua para o cumprimento dos limites de ruído estabelecidos nos recetores. De notar que as características específicas das obras recomendam a equação de barreiras acústicas temporárias desenhadas para resistir às condições de obra. De referir, a título de exemplo, as Barreira Acústicas Echobarrier (<https://pt.echobarrier.com/noise-reduction-barriers#section1-view-products>) ou similares, que de acordo com anunciado podem atingir valores significativos de isolamento e de absorção sonora. Na Figura 25 apresenta-se imagem ilustrativa de solução de barreira fixa implementada em estaleiro.

- **MM.AS.10.vi:** Nos equipamentos fixos, ou móveis em posição estática, cuja emissão de ruído é relevante e perturbadora da população, equacionar a sua cobertura [total (lados e por cima) ou parcial (tipicamente só lados, não por cima)] com Barreiras Acústica verticais (mais usual) e/ou horizontais (por cima; menos usual mas possível), ou na forma de “canópia” (mais usual para equipamentos totalmente fixos). No caso dos equipamentos móveis em posição estática, em que a transição de posição estática para posição móvel seja recorrente, há vantagens em que a barreira acústica possua rodados, ou forma facilitada de ser colocada e retirada da posição junto ao equipamento durante a sua quietude.
Na Figura 26 apresenta-se imagem ilustrativa de solução de barreira amovível implementada na envolvente de Autobetoneira durante a sua quietude e desenvolvimento de processo ruidoso associado.
Na Figura 26 apresenta-se imagem ilustrativa da possibilidade de desenvolvimento de solução de cobertura total (lado e cima) de equipamentos através do sistema Echobarrier (<https://pt.echobarrier.com/noise-reduction-barriers#section1-view-products>) ou similar.
- Atenuadores sonoros nos sistemas de ventilação.
 - **MM.AS.10.vii:** Colocar os sistemas de ventilação o mais afastados possível dos recetores sensíveis. Nos casos em que a sua localização continue a ser perturbadora para a população, equacionar a instalação de atenuador sonoro típico para o sistema de ventilação.
- Aumento indireto do isolamento sonoro de fachada dos edifícios mais expostos.
 - **MM.AS.10.viii:** Em último caso – antes da equação de medida compensatória – e se autorizado pelos moradores e/ou decisores associados ao edifícios em causa, equacionar instalar tiras de PVC transparentes nas fachadas em causa. De referir a título de exemplo as tiras PVC flexível da SILENCIO (<https://www.silentium.pt/>), que de acordo com o anunciado podem possuir índices de redução sonora compatíveis com a possibilidade de aumento do isolamento sonoro de fachada global de fachadas típicas.



Figura 25: Exemplo de barreira acústica fixa desenhada especificamente para resistir às condições de obra



Figura 26: Exemplo de barreira acústica amovível desenhada especificamente para resistir às condições de obra e ser facilmente movida



Figura 27: Ilustração da possibilidade de cobertura total de equipamento através do sistema Echobarrier ou similar



Figura 28: Ilustração da implementação de tiras PVC em fachada para aumento do seu isolamento sonoro

6 PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA FASE DE CONSTRUÇÃO

6.1 Generalidades

De forma genérica atentar ao seguinte:

- As periodicidades e tipologias (monitorização direta, indireta; monitorização contínuo e/ou trimestral) referidas em seguida deverão ser ajustadas em função dos resultados e informação obtidos ao longo da monitorização, e direcionar-se para os períodos, fases e pontos com maior probabilidade de afetação acústica, tendo também em conta o seguinte:
 - Caso a emissão sonora seja significativamente superior ao previsto e ocorra incumprimento dos limites acústicos legais (DL 9/2007) ou dos limites de boa prática definidos, deverá ser equacionada a implementação de Medidas de Minimização de Ruído e a revisão do plano de monitorização incluindo a realização de novas campanhas após a concretização das medidas.
 - Caso ocorram modificações significativas das características de emissão, propagação ou receção sonora, da tipologia dos edifícios ou dos requisitos legais, deverá ser revisto o plano de monitorização, pelo menos em alguns pontos.

- Caso ocorra manutenção continuada da emissão sonora, poderá ser equacionada uma periodicidade mais alargada ou mesmo a desnecessidade de novas campanhas, pelo menos em alguns pontos.
- Caso existam reclamações devido ao ruído associado às operações de construção – diretas e indiretas (e.g. tráfego de acesso) – deverão ser efetuadas medições junto aos Recetores reclamantes, nas condições que deram azo à queixa, e equacionar a revisão do Plano de Monitorização em conformidade.
- Os pontos definidos deverão ser substituídos (caso se verifique ser mais pertinente outro ponto), acrescidos (caso se verifique a necessidade de mais pontos) ou eliminados (caso se demonstra a sua irrelevância), em função dos resultados obtidos ou outra informação que fundamente tal decisão.

De notar que é necessário confirmar o efetivo uso, e/ou equiparação, aos Recetores Sensíveis para Atividade Ruidosa Temporária (ART), pelo menos nos seguintes casos (não sendo deverá equacionar-se não monitorização, ou vice-versa):

- EC: Palácio Leitão e Palácio Mendonça; EPL. ECA: Hotel D. Pedro. ECO: Escola do Serviço de Saúde Militar; Instituto António Feliciano de Castilho; PV215 e EIS: Inválidos do Comércio; Escola Profissional ASAS. EIS: Instituto da Imaculada; Instituto da Defesa nacional. EAL e PV217: Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel.
- A tipologia de monitorização referida (direta/indireta, contínua/trimestral) deverá ser revista ao longo da monitorização e, se julgado adequado e justificado, transitar num sentido (direta→indireta; contínua→trimestral) ou no outro (indireta→direta; trimestral→contínua) caso os resultados, ou outra informação, o justifiquem.

A obtenção dos parâmetros que vão ser referidos em seguida, deverá ser efetuada mediante os seguintes equipamentos principais (de notar que o DL 9/2007 estabelece a necessidade de as medições de ruído serem efetuadas por laboratório acreditado):

- Sonómetro integrador de Classe 1, de modelo aprovado pelo Instituto Português da Qualidade e objeto de verificação periódica em laboratório acreditado para o efeito, e/ou mediante os equipamentos complementares necessários ao cabal cumprimento do estabelecido na normalização, legislação e guias aplicáveis, nomeadamente:
 - Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
 - NP ISO 1996, de 2021 (Partes 1 e 2; Errata1 2022).
 - NP 4476, de 2008 (ISO/TS 15666, de 2021).
 - 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.
 - Agência Portuguesa do Ambiente – Harmonização da Aplicação das Licenças Especiais de Ruído – Guia Prático – versão 1.1. 2019.
 - Notas Técnicas para Relatórios de Monitorização de Ruído – Fase de Obra e Fase de Exploração, publicado pela APA em Novembro de 2009.
- Para monitorização contínua, é aceitável a utilização de Sonómetros de Classe 1, não homologados, mas calibrados de 3 em 3 meses por comparação “lado-a-lado” com Sonómetro integrador de Classe 1, de modelo aprovado pelo Instituto Português da Qualidade e objeto de verificação periódica em laboratório acreditado para o efeito.

De referir os seguintes documentos que poderão servir de base aos questionários a elaborar à população:

- NP 4476 – *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos. 2008* (ISO/TS 15666: 2021).
- Ögren, Mikael; et. al. – *Comparison of Annoyance from Railway Noise and Railway Vibration*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017.

O programa de medições e os períodos de amostragens, em cada campanha, e outros aspetos, deverão ser os suficientes ao cumprimento inequívoco do estabelecido na normalização e legislação aplicáveis.

Os resultados das medições de ruído *in situ* deverão ser analisados no sentido do cumprimento ou incumprimento dos requisitos legais, ou de boa prática, aplicáveis, nomeadamente os estabelecidos no seguinte documento legal:

- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro:
 - $L_{Aeq,entardecer}$ (habitações, escolas, hospitais e similares, com sensibilidade no período do entardecer) ≤ 60 dB(A).
 - $L_{Aeq,noturno}$ (habitações, escolas, hospitais e similares, com sensibilidade no período do noturno) ≤ 55 dB(A).
- Boa prática:
 - $L_{Aeq,diurno}$ (escolas, hospitais e similares com sensibilidade no período diurno) ≤ 65 dB(A).

Caso exista incumprimento deverão ser equacionadas Medidas de Minimização de Ruído 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.

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, preferencialmente com especialização em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros ou similar.

Deverão ser elaborados Relatório de Monitorização de 3 em 3 meses, integrando pelo menos os resultados da monitorização contínua e da monitorização trimestral, os resultados da monitorização direta e indireta (previsão com base nas medições) a análise de resultados e as medidas/ações tomadas.

Os Relatórios de Monitorização a elaborar, para apresentação à Autoridade de A.I.A., 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 do empreendimento, assim como se adaptar às possíveis modificações dos requisitos a analisar, quer devido a alterações legislativas, quer devido a alterações vinculativas de outra natureza.

6.2 Identificação dos parâmetros a monitorizar

Os parâmetros essenciais a monitorizar são os seguintes:

- Limites legais do n.º 5 do Artigo 15.º do DL9/2007 e limites de boa prática para o ruído ambiente exterior:
 - Nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,exterior}$ (NP ISO 1996: 2021) representativo do valor diário máximo, dado que os limites acústicos legais (n.º 6 do Artigo 15.º do DL 9/2007) aplicam-se a cada dia.

Uma vez que um dos objetivos fundamentais do Plano de Monitorização é o conhecimento dos efeitos reais do projeto na população, deverão também, sempre que possível, efetuar-se auscultações às pessoas que residam ou permaneçam em locais suscetíveis de serem afetados acusticamente.

6.3 Critério de Licença Especial de Ruído e compartimentos sensíveis ao ruído

Os critérios de necessidade de Licença Especial de Ruído (LER) estão definidos na articulação do Artigo 14.º com o Artigo 15.º do DL 9/2007, em suma:

- Desnecessidade de LER:
 - Atividades afastadas de Recetores Sensíveis.
 - Atividades próximas de Recetores Sensíveis, contudo ocorrentes apenas nos períodos não proibidos:
 - Habitações: Dias úteis das 8h às 20h.
 - Escolas: Horário de não funcionamento da Escola.
 - Hospitais e similares: Horário de não funcionamento (para hospitais, tipicamente não existe horário de não funcionamento).
- Necessidade de LER:
 - Atividades próximas de Recetores Sensíveis e ocorrentes nos períodos proibidos:
 - Habitações: Dias úteis da 20h às 8h e fins-de-semana e feriados.
 - Escolas: Horário de funcionamento.
 - Hospitais e similares: Horário de funcionamento (para hospitais, tipicamente 24h/dia).

Os espaços interiores com sensibilidade ao ruído estão definidos no DL 96/2008 (possível indicação para escolha da fachada mais adequada, para medição no exterior com intuito de proteção acústica do espaço interior):

- Habitações: Quartos e zonas de estar.
- Escolas: Salas de aula, incluindo salas de aula musical, de professores, administrativas, Bibliotecas e gabinetes médicos, Salas polivalentes e berçários.
- Hospitais e similares: Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de consulta ou exame, enfermarias, salas de tratamento, administrativas e de convívio.

6.4 Locais e frequência de amostragem

Deverão ser pelo menos monitorizados os pontos que se identificam nos quadros seguintes (ver figuras associadas anteriores), e outros que eventualmente a Câmara Municipal defina em Licença Especial de Ruído, e tendo em conta as revisões e previsões detalhadas de 6 em 6 meses.

Quadro 13: Pontos de monitorização na fase de construção junto ao Estaleiro Central e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínua	Monitorização trimestral por amostragem e calibração da Monitorização Contínua
PMC-EC-01 (4m) (não recetor)	38°43'51.94"N 9° 9'25.46"W	Direta	X	X
PMC-EC-01' (4m)	38°43'51.74"N 9° 9'25.80"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-EC-02 (4m)	38°43'57.69"N 9° 9'32.17"W	Direta		X
		Indireta	⊗	⊗
PMC-EC-03 (último piso)	38°43'47.59"N 9° 9'28.32"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-EC-03 (4m)	38°43'47.59"N 9° 9'28.32"W	Direta		X
		Indireta	⊗	⊗

Quadro 14: Pontos de monitorização na fase de construção junto aos Estaleiros ECA e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínua	Monitorização trimestral por amostragem e calibração da Monitorização Contínua
PMC-ECA-01 (4m)	38°43'31.57"N 9° 9'37.91"W	Direta	X	X
PMC-ECA-02 (4m)	38°43'28.07"N 9° 9'37.12"W	Direta		X
		Indireta	⊗	⊗
PMC-ECA-03 (4m)	38°43'29.28"N 9° 9'28.72"W	Direta		X
		Indireta	⊗	⊗
PMC-ECA-03' (4m)	38°43'30.32"N 9° 9'29.23"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-ECA-04 (4m)	38°43'27.16"N 9° 9'34.02"W	Direta	X	X
PMC-ECA-05 (4m)	38°43'25.34"N 9° 9'36.06"W	Direta		X
		Indireta	⊗	⊗

Quadro 15: Pontos de monitorização na fase de construção junto ao Estaleiro PV211 e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínuo	Monitorização trimestral por amostragem e calibração Monitorização Contínua
PMC-PV211-01 (4m)	38°43'17.57"N 9° 9'34.20"W	Direta	X	X

Quadro 16: Pontos de monitorização na fase de construção junto aos Estaleiros ECO e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínuo	Monitorização trimestral por amostragem e calibração Monitorização Contínua
PMC-ECO-01 (4m)	38°43'2.31"N 9° 9'56.24"W	Direta	X	X
PMC-ECO-02 (4m)	38°43'2.35"N 9° 9'53.27"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-ECO-03 (4m)	38°43'5.89"N 9° 9'53.05"W	Direta	X	X
PMC-ECO-04 (4m)	38°43'3.02"N 9° 9'50.47"W	Direta		X
PMC-ECA-05 (4m)	38°43'6.12"N 9° 9'59.67"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-ECA-05 (último piso; edifício mais afastado)	38°43'7.27"N 9°10'0.24"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-ECA-06 (4m)	38°43'6.37"N 9° 9'49.96"W	Direta		X
		Indireta	⊗	

Quadro 17: Pontos de monitorização na fase de construção junto ao Estaleiro PV215 e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínuo	Monitorização trimestral por amostragem e calibração Monitorização Contínua
PMC-PV215-01 (4m)	38°42'50.43"N 9° 9'55.95"W	Direta	X	X
PMC-PV215-01 (interior)	-	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV215-02 (4m) (equacionar contínua face resultados)	38°42'49.97"N 9° 9'55.37"W	Direta (equacionar)	X	X
		Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV215-03 (4m) (equacionar contínua face resultados)	38°42'49.09"N 9° 9'55.02"W	Direta (equacionar)	X	X
		Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-ECA-04 (4m)	38°42'50.88"N 9° 9'55.99"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-ECA-04' (4m)	38°42'50.02"N 9° 9'53.69"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-ECA-04" (4m)	38°42'52.16"N 9° 9'54.11"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-PV215-05 (4m)	38°42'50.07"N 9° 9'52.54"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV215-05 (último piso)	38°42'50.07"N 9° 9'52.54"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-PV215-06 (4m)	38°42'48.47"N 9°10'0.49"W	Direta		X
		Indireta	⊗	

Quadro 18: Pontos de monitorização na fase de construção junto aos Estaleiros EIS e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínuo	Monitorização trimestral por amostragem e calibração Monitorização Contínua
PMC-EIS-01 (4m)	38°42'39.33"N 9° 9'54.08"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-EIS-02 (4m)	38°42'39.68"N 9° 9'55.58"W	Direta	X	X
PMC-EIS-03 (4m)	38°42'37.62"N 9° 9'57.42"W	Direta	X	X
PMC-EIS-04 (4m)	38°42'35.87"N 9° 9'58.28"W	Direta	X	X
PMC-EIS-05 (4m)	38°42'39.09"N 9°10'0.43"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-EIS-05' (último piso)	38°42'37.67"N 9°10'1.75"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-EIS-05'' (último piso)	38°42'39.64"N 9°10'1.59"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-EIS-06 (4m)	38°42'33.87"N 9°10'3.32"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-EIS-06' (último piso)	38°42'33.87"N 9°10'3.32"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-EIS-07' (último piso)	38°42'45.10"N 9° 9'58.93"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-EIS-07'' (último piso)	38°42'44.91"N 9° 9'53.13"W	Indireta	⊗	⊗

Quadro 19: Pontos de monitorização na fase de construção junto aos Estaleiros BAL- VDT e EAL e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínuo	Monitorização trimestral por amostragem e calibração Monitorização Contínua
PMC-BAL-01 (4m)	38°42'21.78"N 9°10'17.47"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-BAL-01' (4m)	38°42'22.19"N 9°10'17.77"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-BAL-01'' (último piso)	38°42'21.88"N 9°10'20.40"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-BAL-02 (4m)	38°42'22.93"N 9°10'22.68"W	Direta	X	X
PMC-BAL-02 (último piso)	38°42'22.93"N 9°10'22.68"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-BAL-02' (4m)	38°42'23.96"N 9°10'20.08"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-BAL-03 (4m)	38°42'23.98"N 9°10'16.03"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-BAL-04 (4m)	38°42'24.48"N 9°10'21.70"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-VDT-01 (4m)	38°42'24.20"N 9°10'22.98"W	Direta	X	X
PMC-VDT-02 (4m)	38°42'23.14"N 9°10'27.39"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-VDT-03 (4m)	38°42'25.16"N 9°10'27.25"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-EAL-01 (4m)	38°42'23.31"N 9°10'32.80"W	Direta	X	X
PMC-EAL-02 (4m)	38°42'23.60"N 9°10'29.44"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-EAL-03 (4m)	38°42'25.71"N 9°10'33.53"W	Direta	X	X
PMC-EAL-04 (4m)	38°42'25.10"N 9°10'39.24"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV217-05 (4m)	38°42'25.06"N 9°10'41.42"W	Direta		X
		Indireta	⊗	

Quadro 20: Pontos de monitorização na fase de construção junto ao Estaleiro PV217 e tipo de monitorização recomendada em cada caso

Pontos	Coordenadas	Tipo de monitorização (Direta ou Indireta por dedução)	Monitorização Contínuo	Monitorização trimestral por amostragem e calibração Monitorização Contínua
PMC-PV217-01 (4m) (não recetor)	38°42'29.22"N 9°10'42.21"W	Direta	X	X
PMC-PV217-01' (último piso)	38°42'29.31"N 9°10'38.83"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-PV217-01'' (último piso)	38°42'27.29"N 9°10'38.42"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-PV217-02 (4m)	38°42'32.11"N 9°10'43.02"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV217-02 (último piso)	38°42'32.11"N 9°10'43.02"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-PV217-03 (4m)	38°42'27.72"N 9°10'54.51"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV217-03' (último piso)	38°42'27.72"N 9°10'54.51"W	Indireta	⊗	⊗
PMC-PV217-04 (4m)	38°42'24.91"N 9°10'47.45"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-PV217-05 (4m)	38°42'24.88"N 9°10'41.48"W	Direta		X
		Indireta	⊗	
PMC-EAL-04	38°42'24.95"N 9°10'39.18"W	Direta		X
		Indireta	⊗	

Consideram-se as frequências referidas (monitorização contínua ou trimestral), para cada ponto, nos quadros anteriores.

De notar que caso haja extensão da atividade construtiva ao período do entardecer e noturno deverá equacionar-se a revisão, de forma fundamentada, da monitorização (pontos, tipologia de monitorização (direta ou indireta) e periodicidade (contínua ou trimestral ou outra) tendo em conta os resultados da monitorização, direta e indireta, durante o dia.

De notar que pode ser necessário definir medidas, para cumprir os requisitos legais, o que deverá constar nos relatórios de revisão de 6 em 6 meses, e/ou nos Relatório de Monitorização, e influenciar, em conformidade a eventual necessidade de revisão da monitorização, pelo menos para os períodos do entardecer e/ou noturno.

Anexo I – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Campolide/Amoreiras (ECA)

Obra	Fase	Duração		Equipamento	Quantidade	
		Início	Fim			
ECA	Estacas	8	11	Escavação/suporte	Jumbo de 2 braços	
					Pá mineira 3 m3	
					Pá carregadora 19 T (balde 4 m3)	
					Escavadora rastos (riper, roçadora, balde, martelo)	
					Escavadora de rastos (balde)	
					Escavadora com martelo hidráulico	1
					Escavadora Giratória 30 T	2
					Balde de escombros (6 m3)	4
					Balde de escombros de descarga automática	2
					Robot BP PM500 (30 m3/h)	1
					Auto betoneira BP (2 m3)	1
					Bomba Betão Projetado	1
ECA	Viga de corramento	12	19	Escavação/suporte	Tremonha agitadora BP	1
					Equipamento de estacas	4
					Equip. de micro-estacas e furação	1
					Equipamento de furação para pré-esforço	1
					Equipamento de pré-esforço	1
					Martelo pneumático demolidor	
					Autobomba de betão	
					Auto betoneira (6 m3)	
					Carro de cofragem	
					Auto betoneira (6 m3)	
					Autobomba de betão	1
					Bomba Betão estacionária	1
ECA	Escavação até 98,10	12	19	Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	1
					Equipamento de furação para pré-esforço	1
					Equipamento de pré-esforço	1
					Martelo pneumático demolidor	
ECA	Escavação sob a laje de cobertura	12	19	Escavação/suporte	Equipamento de estacas	2
					Equip. de micro-estacas e furação	1
					Equipamento de furação para pré-esforço	1
					Equipamento de pré-esforço	1
ECA	Acessos 5 e 6	11	27	Escavação/suporte	Equipamento de estacas	2
					Equip. de micro-estacas e furação	1
					Equipamento de furação para pré-esforço	1
					Equipamento de pré-esforço	1
ECA	Instalação e renovação escora/			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Laje de cobertura			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Impermeabilização			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Laje de soleira			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Estruturas internas			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Aterro			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Total			Escavação/suporte	Equipamento de estacas	1
					Equip. de micro-estacas e furação	
					Equipamento de furação para pré-esforço	
ECA	Total			Revestimento	Carro de cofragem	
					Auto betoneira (6 m3)	
					Autobomba de betão	1
ECA	Total			Revestimento	Bomba Betão estacionária	1
					Carro de cofragem	
					Auto betoneira (6 m3)	



MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																			
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT				
ECA	Estacas																								
	Viga de corramento										1	2													
	Escavação até 98,10																								
	Escavação sob a laje de cobertura																								
	Accesos 5 e 6																								
	Instalação e remoção escora/																								
	Laje de cobertura			1																					
	Impermeabilização																								
	Laje de soleira																								
	Estruturas internas																								
Aterro																									
Total																					2	1	1	1	

Obra	Fase	Revestimento				Apóio																			
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT				
ECO	P_Escavação e Suporte																								
	P_Impermeabilização										1	1	1												
	P_Rev. Definitivo			1										1											
	P_Est. Internas				1						1	1	1												
	T_Escavação e Suporte										1	1	1												
	T_Impermeabilização										1	1	1												
	T_Rev. Definitivo										1	1	1												
	Estruturas Internas										1	1	1												
	Betão de enchimento e drenagem			1							1	1	1												
	Acessos 1 e 2										1				1										

Anexo III – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Infante Santo (EIS)

Obra	Fase	Duração		Equipamento	Quantidade
		Início	Fim		
EIS	p_Impermeabilização	23	28	Jumbo de 2 braços	
	p_Rev. Definitivo	23	28	Pá mineira 3m3	
	Estruturas internas	26	31	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	1
	T_Escavação e suporte	16	22	Escavadora rastros (riper, roçadora, balde, martelo)	1
	T_Impermeabilização	23	25	Escavadora de rastros (balde)	1
	T_Rev. Definitivo	23	25	Escavadora com martelo hidráulico	
	Betão de enchimento e drenagem			Escavadora Giratória 30T	
	Acesso			Balde de escombros (6 m3)	
	Total	11	15	Balde de escombros de descarga automática	
				Robot BP PM500 (30 m3/h)	1
			Auto betoneira BP (2 m3)	1	
			Bomba Betão Projetado		
			Tremonha agitadora BP		
			Equipamento de estacas		
			Equip. de micro-estacas e furação		
			Equipamento de furação para pré-esforço		
			Equipamento de pré-esforço		
			Martelo pneumático demolidor		
			Autobomba de betão		
			Auto betoneira (6 m3)		

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																				
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT 780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT					
EIS	P_Impermeabilização											1														
	p_Rev. Definitivo			1								1	1													
	Estruturas internas			1								1	1													
	T_Escavação e Suporte											1	1													
	T_Impermeabilização											1	1													
	T_Rev. Definitivo											1	1													
	Betão de enchimento e drenagem			1								1	1													
	Acesso											1														
	Total											1	1			1										1

Anexo IV – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação de Alcântara (EAL)

EAL	Obra	Fase	Duração					
			Início	Fim				
EAL	Demolições Estacas e Micros Escavação Aterro Betão armado, Imperme. Metálicas		9	25				
			9	25				
			9	25	1			
			9	25	1			
			9	25				
			26	32				
			Escavação/Suporte					
								Jumbo de 2 braços
								Pá mineira 3 m3
								Pá carregadora 19 T (balde 4 m3)
								Escavadora rastros (riper, roçadora, balde, martelo)
							1	Escavadora de rastros (balde)
								Escavadora com martelo hidráulico
					Escavadora Giratória 30T			
					Balde de escombros (6 m3)			
					Balde de escombros de descarga automática			
					Robot BP PM500 (30 m3/h)			
					Auto betoneira BP (2 m3)			
					Bomba Betão Projetado			
					Tremonha agitadora BP			
				1	Equipamento de estacas			
				1	Equip. de micro-estacas e furação			
					Equipamento de furação para pré-esforço			
					Equipamento de pré-esforço			
				2	Martelo pneumático demolidor			
					Autobomba de betão			
					Auto betoneira (6 m3)			
Revestimento								
					Carro de cofragem			
				1	Auto betoneira (6 m3)			
					Autobomba de betão			
					Bomba Betão estacionária			

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19 T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT	
FAL	Demolições								1													
	Estacas e Micros																					
	Escavação								1													
	Aterro																					
	Betão armado, Imperme.																					
	Metálicas																					
			1																			

Anexo VI – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV211

Obra	Fase	Duração		Jumbo de 2 braços	Pá mineira 3m3	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Escavadora rastros (riper, roçadora, balde, martelo)	Escavadora de rastros (balde)	Escavadora com martelo hidráulico	Escavadora Giratória 30T	Balde de escombros (6 m3)	Balde de escombros de descarga automática	Robot BP PM500 (30 m3/h)	Auto betoneira BP (2m3)	Bomba Betão Projetado	Tremonha agitadora BP	Equipamento de estacas	Equip. de micro-estacas e furação	Equipamento de furação para pré-esforço	Equipamento de pré-esforço	Martelo pneumático demolidor	Autobomba de betão	Auto betoneira (6 m3)	Revestimento																	
		Início	Fim																					Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária														
PV211	p_Escavação e Suporte	8	10																																						
	p_Impermeabilização	24	27			1	1																																		
	p_Rev definitivo	24	27																																						
	TL_Escavação e Suporte	10	14,5			1																																			
	TL_Impermeabilização	24	27										2		1	1																									
	TL_Rev. Definitivo	24	27																																						
	Estruturas internas	24	27																																						
Betão de enchimento e drenagem	27	27																																							
Total																																									

Obra	Fase	Revestimento				Apio																					
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19 T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT						
PV211	p_ Escavação e suporte																										
	p_ Impermeabilização																										
	p_ Rev definitivo																										
	TL_ Escavação e suporte																										
PV211	TL_ Impermeabilização																										
	TL_ Rev. Definitivo																										
	Estruturas internas																										
Betão de enchimento e drenagem																											
Total																											

PV215	Obra	Fase	Revestimento				Apoio																		
			Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião- cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT			
		P_Escavação e Suporte																							
		P_Impermeabilização																							
		P_Rev definitivo	1																						
		Total					13,9									1	1	1							

Anexo VIII – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV217

Obra	Fase	Duração		Inicio	Fim	Quantidade	Descrição
		Inicio	Fim				
PV217	P. Escavação e Suporte	8	12,5				Jumbo de 2 braços
	P. Impermeabilização	30	32				Pá mineira 3m3
	P. Rev. definitivo	30	32			1	Pá carregadora 19T (balde 4m3)
	Total					1	Escavadora rastros (riper, roçadora, balde, martelo)
							Escavadora de rastros (balde)
							Escavadora com martelo hidráulico
							Escavadora Giratória 30T
							Balde de escombros (6 m3)
						2	Balde de escombros de descarga automática
						1	Robot BP PM500 (30 m3/h)
						1	Auto betoneira BP (2m3)
							Bomba Betão Projetado
							Tremonha agitadora BP
							Equipamento de estacas
							Equip. de micro-estacas e furação
						1	Equipamento de furação para pré-esforço
							Equipamento de pré-esforço
							Martelo pneumático demolidor
							Autobomba de betão
							Auto betoneira (6 m3)
							Carro de cofragem
							Auto betoneira (6 m3)
						1	Autobomba de betão
							Bomba Betão estacionária

Obra	Fase	Revestimento				Apio																	
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT 780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT		
PV217	p_Escavação e suporte																						
	p_Impermeabilização																						
	p_Rev definitivo			1																			
	Total								13,9														1

VIAD	Obra	Fase					
M BA	Contenções e Fundações						
			1				
			1				
			1				
				1			
				1			
			1				
			1				

Anexo X – Lista de equipamentos previstos para as Obras Especiais OE5 (Túnel na zona do Baluarte) e OE6 (Túnel na zona do Alvito)

Obras	Fase	Duração		Equipamento	Quantidade
		Início	Fim		
OE5	Demolições Estacas e Micro-estacas Escavação Aterro Estruturas BA e M			Jumbo de 2 braços	
				Pá mineira 3 m3	
				Pá carregadora 19T (balde 4 m3)	1
				Escavadora rastros (riper, roçadora, balde, martelo)	
				Escavadora de rastros (balde)	1
				Escavadora com martelo hidráulico	1
				Escavadora Giratória 30 T	
				Balde de escombros (6 m3)	2
				Balde de escombros de descarga automática	
				Robot BP PM500 (30 m3/h)	
OE6	Escavação Aterro			Auto betoneira BP (2 m3)	
				Bomba Betão Projetado	
				Tremonha agitadora BP	
				Equipamento de estacas	1
				Equip. de micro-estacas e furação	1
				Equipamento de furação para pré-esforço	
				Equipamento de pré-esforço	
				Martelo pneumático demolidor	2
				Autobomba de betão	
				Auto betoneira (6 m3)	
		Carro de cofragem			
		Auto betoneira (6 m3)	1		
		Autobomba de betão			
		Bomba Betão estacionária	1		

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																	
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m ³)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT 780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m ³)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT		
OES	Demolições																						
	Estacas e Micro-estacas							1	1		1												
	Escavação																						
	Aterro		1																			1	
OES	Estruturas BA e M			1																			2
	Estacas e Micros										1												
OES	Escavação																						
	Aterro																						
OES	Estacas e Micros																						
	Escavação																						
OES	Escavação																						
	Aterro																						

Registo e Controlo de Alterações

Revisão	Data	Descrição
0	2024-10-10	Emissão inicial



Avaliação Acústica

Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração.

Requerente: SCHIU – Engenharia de Vibração e Ruído

Referência do Relatório: 24.2013.RLEQ.Rlt1.Vrs1

Actividade Avaliada: Recolha de dados acústicos – Prolongamento da Linha Vermelha entre São Sebastião e Alcântara

Local do Ensaio: Lisboa

Processo: _____

Data dos Ensaios: 24 a 28-06-2024 e
01 a 03-07-2024

Data do Relatório: 11-10-2024

Total de Páginas: 22
(anexos)

SONOMETRIA

MEDIÇÕES DE SOM, PROJECTOS
ACÚSTICOS, CONSULTORIA, HIGIENE E
SEGURANÇA, LDA

RUA DA MINA 21 LOJA, BARRUNCHAL
2710-157 SINTRA

NC 504 704 745
t 214 264 806 | Comercial@sonometria.pt
www.sonometria.pt

ÍNDICE

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO	3
1.1. Descrição e Objectivo	3
1.2. Dados Identificadores dos Ensaaios	3
1.3. Definições	4
2. CONTEXTO LEGISLATIVO E PROCEDIMENTOS DE MEDIDA E DE CÁLCULO	7
2.1. Metodologia	7
2.2. Instrumentação e Medições	7
3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES	10
3.1. Dados Obtidos	10
3.3. Interpretação dos Resultados e Conclusões	17
ANEXOS	18
A PLANO DE AMOSTRAGENS	19
B CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO (L0535)	20

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

1.1. Descrição e Objectivo

O presente relatório acreditado de medição acompanha o Relatório “*PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO*”, realizado pela SCHIU para a COBA.

Nesse âmbito, a SCHIU solicitou à SONOMETRIA a realização de medições do Nível Sonoro Contínuo Equivalente, nos 3 períodos de referência legais, cumprindo o Plano Geral de Amostragem do Laboratório (ver Anexo A).

A SCHIU não requereu declaração de conformidade, o que corresponde à Situação 1 da tabela do capítulo “7.8.6.1 [Regra de decisão]” do documento “IPAC - OGC001: GUIA PARA A APLICAÇÃO DA NP EN ISO/IEC 17025:2018. 2018-12-31”, pelo que apenas são apresentados os resultados.

Na realização das medições dos níveis sonoros foi seguido o descrito nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2021), e no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020).

1.2. Dados Identificadores dos Ensaaios

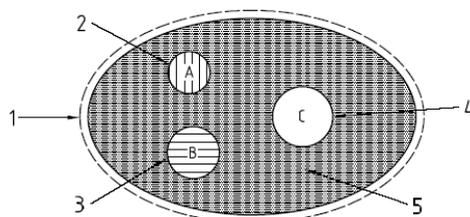
Requerente	SCHIU – Engenharia de Vibração e Ruído
Actividade avaliada	Recolha de dados acústicos – Prolongamento da Linha Vermelha entre São Sebastião e Alcântara
Localização dos pontos de medição	PM01: 38°43'29.23"N 9° 9'36.29"W PM02: 38°43'17.87"N 9° 9'34.22"W PM03: 38°43'5.97"N 9° 9'54.41"W PM04: 38°42'50.54"N 9° 9'55.92"W PM05: 38°42'38.28"N 9° 9'57.75"W PM06: 38°42'22.65"N 9°10'14.26"W PM07: 38°42'24.17"N 9°10'22.84"W PM08: 38°42'26.06"N 9°10'37.61"W
Identificação/Caracterização das Fontes de Ruído	Tráfego rodoviário, tráfego aéreo, tráfego ferroviário.
Horário de funcionamento da actividade	-

1.3. Definições

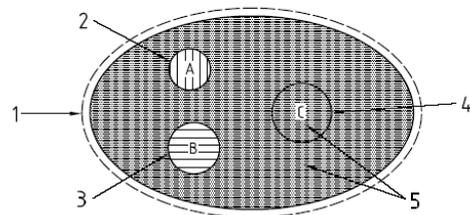
Designações do som introduzidas pelas Normas ISO 1996 (2021) - No âmbito do Decreto-Lei nº 9/2007 “ruído ambiente” equivale a “som total”; “ruído particular” equivale a “som específico” e “ruído residual” equivale a “som residual”.

- **Som total** - Som global existente numa dada situação e num dado instante, usualmente composto pelo som resultante de várias fontes, próximas e distantes.
- **Som específico** - Componente do som total que pode ser especificamente identificada e que está associada a uma determinada fonte.
- **Som residual** - Som remanescente numa dada posição e numa dada situação quando são suprimido(s) o(s) son(s) específico(s) em consideração.

Designações do som total, específico e residual



a) Três sons específicos em consideração (2, 3 e 4), o som residual (5) e o som total (1)



b) Dois sons específicos em consideração (2 e 3), o som residual (5) e o som total (1)

1 - som total; 2 - som específico A; 3 - som específico B; 4 - som específico C; 5 - som residual.

Notas: O nível sonoro residual mais baixo é obtido quando todos os sons específicos são suprimidos.

Em a) a área sombreada indica o som residual quando os sons específicos A, B e C são suprimidos.

Em b) o som residual inclui o som específico C dado que este não se encontra em consideração.

- **Som inicial** - Som total existente numa situação inicial antes da ocorrência de qualquer modificação.
- **Som fluante** - Som contínuo cujo nível de pressão sonora, durante o período de observação, varia significativamente, mas que não pode ser considerado um som impulsivo.
- **Som intermitente** - Sons observáveis apenas durante certos períodos de tempo, em intervalos regulares ou irregulares, em que a duração de cada uma das ocorrências é superior a 5 s.
Exemplo: Ruído de veículos motorizados em condições de baixo volume de tráfego, ruído de comboios, ruído de aeronaves, e ruído de compressores de ar.

- **Emergência sonora** - Incremento do som total existente numa dada situação resultante da ocorrência de um som específico.
- **Som impulsivo** - Som caracterizado por curtos impulsos de pressão sonora. A duração de um impulso de pressão sonora é, normalmente, inferior a 1 s.
- **Som tonal** - Som caracterizado por uma única componente de frequência ou por componentes de banda estreita que emergem de modo audível do som total.
- **Períodos 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”:
 - **Diurno** (07h00min. às 20h00min.)
 - **Entardecer** (20h00min. às 23h00min.)
 - **Noturno** (23h00min. às 07h00min.).
- **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** – “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;
- **Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, L_{Aeq}** , de um ruído num intervalo de tempo - nível sonoro, em dB(A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo.

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L_A(t)}{10}} dT \right] \text{dB(A)}$$

sendo:

$L_A(t)$ o valor instantâneo do nível sonoro em dB(A);

T o período de referência em que ocorre o ruído particular

- **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”, expresso em dB(A);
- **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”, expresso em dB(A);
- **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”, expresso em dB(A);
- **Indicador de Ruído Diurno-Entardecer-Noturno (L_{den})**- “o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

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

- **Zonas Sensíveis** - “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 café se outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno;

- **Zonas Mistas** - “a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível”;
- **Zona Urbana Consolidada** - “a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação”.

2. CONTEXTO LEGISLATIVO E PROCEDIMENTOS DE MEDIDA E DE CÁLCULO

2.1. Metodologia

Nº	Ensaio	Método de Ensaio
7	Medição de níveis de pressão sonora.	NP ISO 1996-1:2021
	Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-2:2021
		SPT_08_RAMB_Lden_11

Os ensaios acústicos e os cálculos apresentados no presente relatório foram realizados de acordo com a normalização aplicável, nomeadamente nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2021) e no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020).

2.2. Instrumentação e Medições

As medições foram efetuadas com recurso a equipamento de medição e ensaio adequado, nomeadamente:

- Sonómetro Analisador, de classe de precisão 1, Marca CESVA, SC420, nº de Série T247537 e respetivo calibrador acústico CESVA CB006 nº de Série 902436:
Data da Última Verificação Periódica: maio de 2024;
Certificado de Verificação número VP-31803ML-24

Previamente ao início das medições, foi verificado o bom funcionamento do sonómetro, bem como os respetivos parâmetros de configuração. No início e no final de cada série de medições procedeu-se à calibração do sonómetro. O valor obtido no final do conjunto de medições não diferiu do inicial mais do que 0,5 dB(A). Quando este desvio é excedido o conjunto de medições não é considerado válido e é repetido com outro equipamento conforme ou depois de identificado e devidamente corrigida a causa do desvio, de acordo com os procedimentos definidos no Manual da Qualidade do Laboratório.

Nos pontos exteriores as medições de longa duração foram realizadas com o microfone do sonómetro situado a uma altura de 4 m (PM01 a PM07) e 1.5 m (PM08) acima do solo.

As considerações expressas neste estudo seguem o estipulado no Regulamento Geral do Ruído, Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, pelo que o principal parâmetro a considerar é o L_{Aeq} (nível sonoro contínuo equivalente).

No caso de se recorrer à técnica de amostragem é fundamental o conhecimento prévio do regime de funcionamento da fonte no período de referência em análise e no intervalo de tempo de longa duração em questão, para a escolha dos intervalos de tempo de medição (momento de recolha das medições, número de medições e respetiva duração).

Para fontes que não apresentem marcadas flutuações do nível sonoro ao longo do intervalo de tempo de referência nem marcados regimes de sazonalidade, deverão ser caracterizados pelo menos dois dias, cada um com pelo menos uma amostra, em cada um dos períodos de referência que estejam em causa. Por amostra entende-se um intervalo de tempo de observação que pode conter uma ou mais medições.

A média logarítmica de várias medições é calculada com a equação a seguir apresentada:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Aeq,t})_i/10} \right]$$

Onde:

- n é o número de medições,
- $(L_{Aeq,t})_i$ é o valor do nível sonoro correspondente à medição i.

Para fontes que apresentem marcadas flutuações do nível sonoro ao longo do intervalo de tempo de referência que se apresentem associadas a ciclos distintos de funcionamento da fonte, devem ser efetuadas pelo menos duas amostras por ciclo. Para obter o valor do indicador de longa duração, mantém-se a necessidade de efetuar recolhas em pelo menos dois dias.

Quando é possível identificar a ocorrência de ciclos no ruído que se pretende caracterizar, deve ser aplicada a seguinte equação:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{(L_{Aeq,t})_i/10} \right]$$

Onde:

- n é o número de medições,
- t_i é a duração do ciclo i,
- $(L_{Aeq,t})_i$ é o valor do nível sonoro correspondente à medição i.
- $T = \sum t_i$ corresponde à duração total de ocorrência do ruído a caracterizar, no período de referência em análise.

A duração de cada medição é determinada fundamentalmente pela estabilização do sinal sonoro em termos de $L_{Aeq,t}$, a avaliar pelo operador do sonómetro. Regra geral, para ensaios no interior, a duração mínima de cada medição deve ser de 10 minutos; para ensaios no exterior, a duração mínima deve ser de 15 minutos devido, normalmente, à multiplicidade de fontes e à variabilidade das condições de propagação que influenciam o registo de medição.

Sempre que a fonte sonora for caracterizada por acontecimentos acústicos discretos, o valor do indicador de longa duração L_d , L_e , L_n ou $L_{Aeq,T}$ (mensal), pode ser calculado a partir dos valores médios de níveis de exposição sonora LAE associados a cada tipo de acontecimentos, ponderados em função das suas ocorrências relativas no intervalo de tempo de longa duração em causa.

Para cada tipo de acontecimento acústico discreto tem-se

$$L_{Aeq,T} = \overline{L_{AE}} + 10 \times \lg n - 10 \times \lg \left(\frac{T}{t_0} \right)$$

Onde:

- L_{AE} é o nível de exposição sonora média de n acontecimentos acústicos do mesmo tipo, no intervalo de tempo T (em segundos),
- $t_0=1$ segundo.

Transcrevem-se em seguida os textos associados e julgados relevantes, do Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente (APA, 2020):

“A duração de cada medição é determinada fundamentalmente pela estabilização do sinal sonoro em termos de $L_{Aeq,t}$, a avaliar pelo operador do sonómetro. Regra geral, para ensaios no interior, a duração

mínima de cada medição deve ser de 10 minutos; para ensaios no exterior, a duração mínima deve ser de 15 minutos devido, normalmente, à multiplicidade de fontes e à variabilidade das condições de propagação que influenciam o registo de medição.

Nota 1: Todas as opções de amostragem, incluindo os números de períodos de referência, de amostras, de medições e duração da medição, devem ser devidamente justificadas em relatório, em face da sua representatividade para os intervalos de tempo de referência e de longa duração em causa.

Nota 2: Se a diferença entre os níveis $L_{Aeq,T}/L_{Aeq,t}$ do ruído ambiente, obtidos nas várias amostras/medições, for superior a 5dB, deve realizar-se uma ou mais amostras/medições adicionais, a não ser que o(s) ruído(s) particular(es) em avaliação justifique(m) essa diferença, como pode ser o exemplo de uma fonte com ciclos de funcionamento bem distintos do ponto de vista acústico (justificação a constar do relatório).

Nota 3: Como exceção à regra de caracterização do ruído em pelo menos dois dias para obtenção de indicadores de longa duração, pode ser aceitável a caracterização do ruído apenas num dia se o valor obtido de $L_{Aeq,T}$ for igual ou inferior em 10dB ao valor limite regulamentar aplicável ou ao valor limiar de aplicação do critério de incomodidade.”

Sempre que a fonte sonora for caracterizada por acontecimentos acústicos discretos, o valor do indicador de longa duração L_d , L_e , L_n ou $L_{Aeq,T}$ (mensal), pode ser calculado a partir dos valores médios de níveis de exposição sonora L_{AE} associados a cada tipo de acontecimentos, ponderados em função das suas ocorrências relativas no intervalo de tempo de longa duração em causa.

Assim, as amostragens foram efetuadas em conformidade com o Procedimento Interno do Laboratório, aprovado pelo IPAC, 3 amostragens de 15 minutos cada, em 1 dia, e 3 amostragem de 15 minutos em outro dia, e a realização de uma amostragem acrescida quando ocorrem diferenciais superiores a 5 dB entre amostras.

3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

3.1. Dados Obtidos

Os resultados das medições de ruído ambiente no exterior realizadas para os três períodos são apresentados nos quadros seguintes.

Os resultados apresentados são válidos nas condições do ruído verificadas nos momentos em que decorreram as medições.

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 1						
PM01	1 Diurno	24/06/2024	15:00	15:15	70.1	0.8
PM01	2 Diurno	24/06/2024	15:15	15:30	70.9	
PM01	3 Diurno	24/06/2024	15:30	15:45	70.1	
PM01	1 Entardecer	24/06/2024	21:00	21:15	70.7	3.5
PM01	2 Entardecer	24/06/2024	21:15	21:30	69.3	
PM01	3 Entardecer	24/06/2024	21:30	21:45	67.2	
PM01	1 Noturno	25/06/2024	00:04	00:19	63.9	3.1
PM01	2 Noturno	25/06/2024	00:19	00:34	64.2	
PM01	3 Noturno	25/06/2024	00:34	00:49	61.1	
PM02	1 Diurno	24/06/2024	16:10	16:25	61.0	0.5
PM02	2 Diurno	24/06/2024	16:25	16:40	60.5	
PM02	3 Diurno	24/06/2024	16:40	16:55	60.7	
PM02	1 Entardecer	24/06/2024	20:00	20:15	52.4	1.8
PM02	2 Entardecer	24/06/2024	20:15	20:30	51.4	
PM02	3 Entardecer	24/06/2024	20:30	20:45	50.6	
PM02	1 Noturno	25/06/2024	23:00	23:15	53.0	3.0
PM02	2 Noturno	25/06/2024	23:15	23:30	53.7	
PM02	3 Noturno	25/06/2024	23:30	23:45	50.7	
PM03	1 Diurno	24/06/2024	17:20	17:35	64.0	0.8
PM03	2 Diurno	24/06/2024	17:35	17:50	64.8	
PM03	3 Diurno	24/06/2024	17:50	18:05	64.8	
PM03	1 Entardecer	24/06/2024	22:00	22:15	62.9	1.0
PM03	2 Entardecer	24/06/2024	22:15	22:30	62.5	
PM03	3 Entardecer	24/06/2024	22:30	22:45	63.5	
PM03	1 Noturno	25/06/2024	01:20	01:35	53.8	3.6
PM03	2 Noturno	25/06/2024	01:35	01:50	57.4	
PM03	3 Noturno	25/06/2024	01:50	02:05	57.2	
PM04	1 Diurno	25/06/2024	14:00	14:15	59.0	3.4
PM04	2 Diurno	25/06/2024	14:15	14:30	58.1	
PM04	3 Diurno	25/06/2024	14:30	14:45	61.5	
PM04	1 Entardecer	25/06/2024	20:00	20:15	58.1	0.8
PM04	2 Entardecer	25/06/2024	20:15	20:30	57.8	

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 1						
PM04	3 Entardecer	25/06/2024	20:30	20:45	57.3	
PM04	1 Noturno	26/06/2024	01:00	01:15	53.2	5.0
PM04	2 Noturno	26/06/2024	01:15	01:30	48.2	
PM04	3 Noturno	26/06/2024	01:30	01:45	52.4	
PM05	1 Diurno	25/06/2024	15:10	15:25	54.8	1.3
PM05	2 Diurno	25/06/2024	15:25	15:40	56.1	
PM05	3 Diurno	25/06/2024	15:40	15:55	55.5	
PM05	1 Entardecer	25/06/2024	22:15	22:30	54.3	1.0
PM05	2 Entardecer	25/06/2024	22:30	22:45	55.1	
PM05	3 Entardecer	25/06/2024	22:45	23:00	54.1	
PM05	1 Noturno	25/06/2024	23:00	23:15	53.4	2.4
PM05	2 Noturno	25/06/2024	23:15	23:30	55.3	
PM05	3 Noturno	25/06/2024	23:30	23:45	52.9	
PM06	1 Diurno	25/06/2024	16:20	16:35	63.3	1.1
PM06	2 Diurno	25/06/2024	16:35	16:50	63.9	
PM06	3 Diurno	25/06/2024	16:50	17:05	64.6	
PM06	1 Entardecer	25/06/2024	21:10	21:25	63.5	2.2
PM06	2 Entardecer	25/06/2024	21:25	21:40	64.6	
PM06	3 Entardecer	25/06/2024	21:40	21:55	62.4	
PM06	1 Noturno	26/06/2024	00:00	00:15	62.1	5.0
PM06	2 Noturno	26/06/2024	00:15	00:30	58.7	
PM06	3 Noturno	26/06/2024	00:30	00:45	57.1	
PM07	1 Diurno	01/07/2024	15:00	15:15	69.0	0.3
PM07	2 Diurno	01/07/2024	15:15	15:30	68.7	
PM07	3 Diurno	01/07/2024	15:30	15:45	68.8	
PM07	1 Entardecer	01/07/2024	20:00	20:15	68.4	1.6
PM07	2 Entardecer	01/07/2024	20:15	20:30	67.8	
PM07	3 Entardecer	01/07/2024	20:30	20:45	69.4	
PM07	1 Noturno	01/07/2024	23:00	23:15	65.5	1.4
PM07	2 Noturno	01/07/2024	23:15	23:30	65.7	
PM07	3 Noturno	01/07/2024	23:30	23:45	64.3	
PM08	1 Diurno	01/07/2024	15:00	15:15	69.0	0.3
PM08	2 Diurno	01/07/2024	15:15	15:30	68.7	
PM08	3 Diurno	01/07/2024	15:30	15:45	68.8	
PM08	1 Entardecer	01/07/2024	20:00	20:15	68.4	1.6
PM08	2 Entardecer	01/07/2024	20:15	20:30	67.8	
PM08	3 Entardecer	01/07/2024	20:30	20:45	69.4	
PM08	1 Noturno	01/07/2024	23:00	23:15	65.5	1.4

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 1						
PM08	2 Noturno	01/07/2024	23:15	23:30	65.7	
PM08	3 Noturno	01/07/2024	23:30	23:45	64.3	
PM09	1 Diurno	01/07/2024	12:00	12:15	68.5	
PM09	2 Diurno	01/07/2024	12:15	12:30	68.4	0.8
PM09	3 Diurno	01/07/2024	12:30	12:45	69.2	
PM09	1 Entardecer	01/07/2024	21:30	21:45	66.4	1.4
PM09	2 Entardecer	01/07/2024	21:45	22:00	65.0	
PM09	3 Entardecer	01/07/2024	22:00	22:15	65.2	
PM09	1 Noturno	02/07/2024	00:10	00:25	63.4	1.6
PM09	2 Noturno	02/07/2024	00:25	00:40	61.8	
PM09	3 Noturno	02/07/2024	00:40	00:55	62.6	

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 2						
PM01	1 Diurno	26/06/2024	19:00	19:15	69.5	0.6
PM01	2 Diurno	26/06/2024	19:15	19:30	69.9	
PM01	3 Diurno	26/06/2024	19:30	19:45	70.1	
PM01	1 Entardecer	26/06/2024	22:00	22:15	70.2	1.6
PM01	2 Entardecer	26/06/2024	22:15	22:30	69.1	
PM01	3 Entardecer	26/06/2024	22:30	22:45	68.6	
PM01	1 Noturno	27/06/2024	01:00	01:15	59.0	1.5
PM01	2 Noturno	27/06/2024	01:15	01:30	60.4	
PM01	3 Noturno	27/06/2024	01:30	01:45	60.5	
PM02	1 Diurno	26/06/2024	16:50	17:05	59.9	0.3
PM02	2 Diurno	26/06/2024	17:05	17:20	60.1	
PM02	3 Diurno	26/06/2024	17:20	17:35	60.2	
PM02	1 Entardecer	26/06/2024	20:00	20:15	53.2	2.6
PM02	2 Entardecer	26/06/2024	20:15	20:30	52.0	
PM02	3 Entardecer	26/06/2024	20:30	20:45	54.6	
PM02	1 Noturno	26/06/2024	23:00	23:15	50.0	3.9
PM02	2 Noturno	26/06/2024	23:15	23:30	53.9	
PM02	3 Noturno	26/06/2024	23:30	23:45	52.4	
PM03	1 Diurno	26/06/2024	15:20	15:35	66.0	1.1
PM03	2 Diurno	26/06/2024	15:35	15:50	66.2	
PM03	3 Diurno	26/06/2024	15:50	16:05	65.1	
PM03	1 Entardecer	26/06/2024	21:00	21:15	64.1	0.1
PM03	2 Entardecer	26/06/2024	21:15	21:30	64.0	

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 2						
PM03	3 Entardecer	26/06/2024	21:30	21:45	64.0	
PM03	1 Noturno	27/06/2024	00:00	00:15	60.2	0.9
PM03	2 Noturno	27/06/2024	00:15	00:30	59.9	
PM03	3 Noturno	27/06/2024	00:30	00:45	60.8	
PM04	1 Diurno	27/06/2024	13:00	13:15	63.1	2.9
PM04	2 Diurno	27/06/2024	13:15	13:30	60.4	
PM04	3 Diurno	27/06/2024	13:30	13:45	60.2	
PM04	1 Entardecer	27/06/2024	22:00	22:15	55.9	1.6
PM04	2 Entardecer	27/06/2024	22:15	22:30	55.1	
PM04	3 Entardecer	27/06/2024	22:30	22:45	54.3	
PM04	1 Noturno	27/06/2024	23:00	23:15	54.3	0.9
PM04	2 Noturno	27/06/2024	23:15	23:30	55.2	
PM04	3 Noturno	27/06/2024	23:30	23:45	54.8	
PM05	1 Diurno	27/06/2024	11:00	11:15	60.0	2.6
PM05	2 Diurno	27/06/2024	11:15	11:30	58.0	
PM05	3 Diurno	27/06/2024	11:30	11:45	60.6	
PM05	1 Entardecer	27/06/2024	21:00	21:15	55.4	1.7
PM05	2 Entardecer	27/06/2024	21:15	21:30	56.1	
PM05	3 Entardecer	27/06/2024	21:30	21:45	54.4	
PM05	1 Noturno	28/06/2024	00:00	00:15	51.6	6.6
PM05	2 Noturno	28/06/2024	00:15	00:30	50.0	
PM05	3 Noturno	28/06/2024	00:30	00:45	45.0	
PM05	4 Noturno	28/06/2024	00:45	01:00	46.2	
PM06	1 Diurno	27/06/2024	09:50	10:05	64.0	1.9
PM06	2 Diurno	27/06/2024	10:05	10:20	65.3	
PM06	3 Diurno	27/06/2024	10:20	10:35	65.9	
PM06	1 Entardecer	27/06/2024	20:00	20:15	64.3	1.5
PM06	2 Entardecer	27/06/2024	20:15	20:30	63.1	
PM06	3 Entardecer	27/06/2024	20:30	20:45	62.8	
PM06	1 Noturno	28/06/2024	01:00	01:15	56.1	2.2
PM06	2 Noturno	28/06/2024	01:15	01:30	54.2	
PM06	3 Noturno	28/06/2024	01:30	01:45	53.9	
PM07	1 Diurno	02/07/2024	17:00	17:15	72.1	2.1
PM07	2 Diurno	02/07/2024	17:15	17:30	71.8	
PM07	3 Diurno	02/07/2024	17:30	17:45	70.0	
PM07	1 Entardecer	02/07/2024	21:00	21:15	69.1	4.9
PM07	2 Entardecer	02/07/2024	21:15	21:30	67.0	
PM07	3 Entardecer	02/07/2024	21:30	21:45	64.2	

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 2						
PM07	1 Noturno	03/07/2024	00:30	00:45	61.1	1.4
PM07	2 Noturno	03/07/2024	00:45	01:00	59.7	
PM07	3 Noturno	03/07/2024	01:00	01:15	60.4	
PM08	1 Diurno	01/07/2024	15:00	15:15	69.0	0.3
PM08	2 Diurno	01/07/2024	15:15	15:30	68.7	
PM08	3 Diurno	01/07/2024	15:30	15:45	68.8	
PM08	1 Entardecer	01/07/2024	20:00	20:15	68.4	1.6
PM08	2 Entardecer	01/07/2024	20:15	20:30	67.8	
PM08	3 Entardecer	01/07/2024	20:30	20:45	69.4	
PM08	1 Noturno	01/07/2024	23:00	23:15	65.5	1.4
PM08	2 Noturno	01/07/2024	23:15	23:30	65.7	
PM08	3 Noturno	01/07/2024	23:30	23:45	64.3	
PM09	1 Diurno	02/07/2024	13:00	13:15	67.8	1.6
PM09	2 Diurno	02/07/2024	13:15	13:30	69.4	
PM09	3 Diurno	02/07/2024	13:30	13:45	68.3	
PM09	1 Entardecer	02/07/2024	22:15	22:30	64.1	1.9
PM09	2 Entardecer	02/07/2024	22:30	22:45	64.4	
PM09	3 Entardecer	02/07/2024	22:45	23:00	62.5	
PM09	1 Noturno	03/07/2024	01:40	01:55	61.2	2.2
PM09	2 Noturno	03/07/2024	01:55	02:10	59.0	
PM09	3 Noturno	03/07/2024	02:10	02:25	59.4	

Ponto	L_d [dB(A)]	L_e [dB(A)]	L_n [dB(A)]	L_{den} [dB(A)]
Dia 1				
PM01	70	69	63	-
PM02	61	53	53	-
PM03	65	62	56	-
PM04	60	58	52	-
PM05	56	55	54	-
PM06	64	64	60	-
PM07	69	69	65	-
PM08	69	66	63	-
Dia 2				
PM01	70	69	60	-
PM02	60	53	52	-

Ponto	L_d [dB(A)]	L_e [dB(A)]	L_n [dB(A)]	L_{den} [dB(A)]
PM03	66	63	60	-
PM04	61	55	55	-
PM05	60	55	49	-
PM06	65	63	55	-
PM07	71	67	60	-
PM08	69	64	60	-
Média Energética				
PM01	70	69	62	71
PM02	60	53	53	61
PM03	65	64	59	67
PM04	61	57	54	62
PM05	58	55	52	60
PM06	65	64	58	67
PM07	70	68	63	72
PM08	69	65	62	70

3.2. Condições atmosféricas

As condições atmosféricas, de forma geral, foram as seguintes:

- Período diurno:
 - Dia 24/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 1 m/s e 3 m/s; temperatura variou de 28°C a 25°C; o céu esteve limpo; humidade relativa entre 52% a 61%.
 - Dia 25/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 1 m/s e 3 m/s; temperatura variou de 25°C a 24°C; o céu variou entre pouco nublado e muito nublado; humidade relativa entre 58% a 62%.
 - Dia 26/06: vento, predominantemente, do quadrante sudoeste para nordeste, com velocidades entre 1 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 22°C a 20°C; o céu variou entre limpo e nublado; humidade relativa entre 66% a 69%.
 - Dia 27/06: vento, predominantemente, do quadrante oeste para este, com velocidades entre 0 m/s e 1 m/s; temperatura variou de 22°C a 26°C; o céu variou entre limpo a pouco nublado; humidade relativa entre 62% a 50%.
 - Dia 01/07: vento, predominantemente, do quadrante norte para sul, com velocidades entre 0 m/s e 1 m/s; temperatura variou de 26°C a 28°C; o céu esteve limpo; humidade relativa entre 37% a 40%.
 - Dia 27/06: vento, predominantemente, do quadrante oeste para este, com velocidades entre 0 m/s e 1 m/s; temperatura variou de 22°C a 26°C; o céu variou entre limpo a pouco nublado; humidade relativa entre 62% a 50%.
- Período do entardecer:

- Dia 24/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 1 m/s e 3 m/s; temperatura variou de 22°C a 19°C; o céu esteve limpo; humidade relativa entre 73% a 84%.
- Dia 25/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 1 m/s e 3 m/s; temperatura variou de 19°C a 17°C; o céu variou entre pouco nublado e muito nublado; humidade relativa entre 73% a 84%.
- Dia 26/06: vento, predominantemente, do quadrante sudoeste para nordeste, com velocidades entre 0 m/s e 1 m/s; temperatura variou de 20°C a 18°C; o céu variou entre pouco nublado e muito nublado; humidade relativa entre 73% a 85%.
- Dia 27/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 0 m/s e 1 m/s; temperatura variou de 21°C a 19°C; o céu esteve nublado; humidade relativa entre 82% a 86%.
- Dia 01/07: vento, predominantemente, do quadrante norte para sul, com velocidades entre 1 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 22°C a 20°C; o céu esteve limpo; humidade relativa entre 52% a 66%.
- Dia 02/07: vento, predominantemente, do quadrante norte para sul, com velocidades entre 1 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 25°C a 21°C; o céu variou entre limpo a pouco nublado; humidade relativa entre 50% a 67%.
- Período noturno:
 - Dia 24/06 para 25/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 1 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 18°C a 17°C; o céu variou de pouco nublado a nublado; humidade relativa entre 84% a 88%.
 - Dia 25/06 para 26/06: vento, predominantemente, do quadrante noroeste para sudeste, com velocidades entre 1 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 18°C a 17°C; o céu variou entre pouco nublado e muito nublado; humidade relativa entre 84% a 87%.
 - Dia 26/06 para 27/07: vento, predominantemente, do quadrante sudoeste para nordeste, com velocidades entre 0 m/s e 1 m/s; temperatura variou de 18°C a 17°C; o céu variou entre pouco nublado e muito nublado; humidade relativa entre 85% a 87%.
 - Dia 27/06 para 28/06: vento, predominantemente, do quadrante norte para sul, com velocidades entre 0 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 18°C a 16°C; o céu variou entre nublado e muito nublado; humidade relativa entre 86% a 90%.
 - Dia 01/07 para dia 02/07: vento, predominantemente, do quadrante norte para sul, com velocidades entre 0 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 20°C a 18°C; o céu esteve limpo; humidade relativa entre 72% a 80%.
 - Dia 02/07 para 03/07: vento, predominantemente, do quadrante norte para sul, com velocidades entre 0 m/s e 2 m/s; temperatura variou de 22°C a 20°C; o céu variou entre limpo a pouco nublado; humidade relativa entre 66% a 71%.

3.3. Interpretação dos Resultados e Conclusões

São apresentados apenas os resultados sem declaração de conformidade conforme solicitado. Os resultados são válidos nas condições de funcionamento verificados nos dias em que decorreram as medições.

11-10-2024

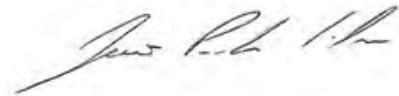
Elaborado:

Assinatura



Vítor Rosão
(Diretor Técnico)

Verificado e Aprovado por:



João Pedro Silva
(Diretor Qualidade)

ANEXOS

A | Plano de Amostragens

B | Certificado de Acreditação (L0535)

A | Plano de Amostragens

Este anexo tem como objetivo apresentar a análise efetuada em termos de representatividade do Plano de mostragens selecionado.

1- Qual o Plano de Amostragens usado no presente Estudo?

Plano Geral; Outro Plano.

2- Descrição geral do tipo(s) de fonte(s) de ruído em análise:

Tráfego rodoviário; Tráfego ferroviário; Tráfego aéreo; Indústria; Outra

Especificidade da fonte com influência na representatividade: Nada a assinalar

3- Descrição e justificação da adequabilidade do Plano de Amostragens Geral para o presente Estudo:

Descrição do Plano de Amostragens Geral: 3 amostras de 15 minutos em 1 dia e 3 amostras de 15 minutos em outro dia. Se a diferença entre amostragens for superior a 5 dB realizar nova amostragem.

Justificação do Plano de Amostragens Geral: A informação administrativa obtida e o observado *in situ* não evidenciam qualquer característica especial da fonte de ruído em apreço que permita concluir, à partida, pela inadequabilidade do Plano de Amostragens geral para o presente Estudo.

4- Descrição e justificação da adequabilidade do Outro Plano de Amostragens para o presente Estudo:

Descrição do Outro Plano de Amostragens: Nada a assinalar.

Justificação do Outro Plano de Amostragens: Nada a assinalar.

5- Comentário:

Nada a assinalar.

B | CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO (L0535)**Anexo Técnico de Acreditação L0535-1**
Accreditation Technical Annex

A entidade a seguir indicada está acreditada como Laboratório de Ensaaios, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2018

The body indicated below is accredited as a Testing Laboratory according to ISO/IEC 17025

Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.
Laboratório

Endereço Rua da Mina 21 - Loja

Address Barrunchal
2710-157 Sintra

Contacto João Pedro Silva

Contact

Telefone 214264806

Fax

E-mail joao.pedro.silva@sonometria.pt

Internet <http://www.sonometria.pt>

Resumo do Âmbito Acreditado**Accreditation Scope Summary**

Acústica e Vibrações

Acoustics and Vibrations

Nota: ver na(s) página(s) seguinte(s) a descrição completa do âmbito de acreditação.

Note: see in the next page(s) the detailed description of the accredited scope.

Este Anexo Técnico é válido desde 2024-04-18 e substitui o(s) anteriormente emitido(s) com o mesmo código.

This Technical Annex is valid from the date on the left and replaces those previously issued with the same code. Its validity can be checked in the website hyperlink on the left.

Este Anexo Técnico pode ser sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, pelo que a sua atualização e validade devem ser confirmadas no Diretório de Entidades Acreditadas do IPAC, disponível em www.ipac.pt ou clicando na ligação abaixo: <http://www.ipac.pt/docsig/?AR32-75FW-4FH7-R53N>

Os ensaios podem ser realizados segundo as seguintes categorias:

Testing may be performed according to the following categories:

- 0 Ensaaios realizados nas instalações permanentes do laboratório
- 1 Ensaaios realizados fora das instalações do laboratório ou em laboratórios móveis
- 2 Ensaaios realizados nas instalações permanentes do laboratório e fora destas

- 0 Testing performed at permanent laboratory premises
- 1 Testing performed outside the permanent laboratory premises or at a mobile laboratory
- 2 Testing performed at the permanent laboratory premises and outside

Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

Accreditation Technical Annex

Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança,
Lda.
Laboratório

Nº Nr	Produto Product	Ensaio Test	Método de Ensaio Test Method	Categoria Category
ACÚSTICA E VIBRAÇÕES <i>ACOUSTICS AND VIBRATIONS</i>				
1	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m ³ Método global com ruído de tráfego rodoviário,	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
2	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m ³ . Método global com altifalante	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
3	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m ³	NP EN ISO 16283-1:2014 NP EN ISO 16283-1:2014/A1:2019 NP EN ISO 717-1:2021	1
4	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons de percussão de pavimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m ³	NP EN ISO 16283-2:2021 NP EN ISO 717-2:2021	1
5	Acústica de edifícios	Medição do tempo de reverberação. Método da resposta impulsiva integrada (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
6	Acústica de edifícios	Medição dos níveis de pressão sonora de equipamentos de edifícios. Determinação do nível sonoro do ruído particular	NP EN ISO 16032:2009 Nota 4 do Documento LNEC 16 março 2023	1
7	Ruído Ambiente	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 SPT 08_RAMB_Lden_11	1
8	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007 SPT 07_INCO_10	1
9	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 SPT 09_RAMB_Leq_07	1

FIM
END

Notas:

Notes:

- "SPT-**" indica Procedimento Interno do Laboratório.

Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

Accreditation Technical Annex

Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança,
Lda.
Laboratório

- A acreditação para uma dada norma internacional abrange a acreditação para as correspondentes normas regionais adotadas ou nacionais homologadas (i.e., "ISO abc" equivale a "EN ISO abc" e "NP EN ISO abc" ou UNE EN ISO abc, NEN EN ISO abc, etc...).



Documento assinado
eletronicamente por

Paulo Tavares
Vice-Presidente



Metropolitano de Lisboa

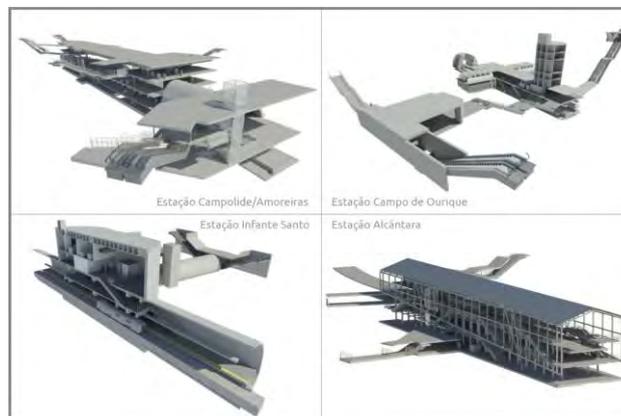


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I – VOLUME 8 – VIBRAÇÕES RUÍDO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO - VIADUTO DE ALCÂNTARA, PROJETO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO E VIBRAÇÕES MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031005 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Vitor Rosão João d'Almeida Alice Ramos Daniel Fernandes		2024-10-10
Revisto			
Verificado			
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-10
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-10

	Nome	Assinatura	Data

Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO	3
2	MEDIDAS DIMENSIONADAS	3
2.1	Ruído	3
2.2	Vibração	5

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente Relatório apresenta o Projeto de Condicionamento Acústico, Ruído e Vibração, do Viaduto de Alcântara, incluindo o encontro nascente com o túnel.

2 MEDIDAS DIMENSIONADAS

2.1 Ruído

No Estudo de Ruído, na fase de exploração, foi demonstrada a necessidade e adequação das seguintes medidas, para o viaduto de Alcântara e encontro nascente com o túnel.

Quadro 1: Características geométricas das medidas de redução de ruído definidas

Tipo de Medida	ID	"Lado" da via	km início	km fim	Extensão (e) [m] (metros lineares)	Altura (a) (BA e BT laterais) Largura (l) (BT Cima)	Área [m ²]
Barreira Acústica	BA01	Norte	3+320	3+395	74	1,5	111
	BA02	Sul	3+320	3+395	74	1,5	111
	Total →						222
Material Absorvente sonoro Boca do Túnel	BT01	Norte	3+306	3+325	19	7,5	142,5
	BT 02	Sul	3+306	3+325	19	7,5	142,5
	BT 03	Cima	3+306	3+325	19	11	209
	Total →						494

Quadro 2: Características acústicas e não acústicas (segurança) das medidas de redução de ruído definidas

Tipo de Medida	Isolamento sonoro * DL_R [dB]	Absorção sonora** $DL_{\alpha, NRD}$ [dB]	Desempenho não acústico (e.g., resistência, durabilidade, flexibilidade em viaduto e estanquidade)
Barreira Acústica	≥ 25	≥ 10	Seguir as melhores práticas de resistência, durabilidade, flexibilidade em viaduto e estanquidade (não perda de isolamentos sonoro) em especial a especificações da série de Normas Europeias EN 16727 (<i>Railway applications – Track – Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation – Non-acoustic performance</i>)
Material Absorvente sonoro Boca do Túnel	Não aplicável	≥ 10	

* Valores de isolamento sonoro determinados de acordo com a Norma Europeia EN 16272-2 (*Railway applications – Infrastructure – Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation – Test method for determining the acoustic performance – Part 2: Intrinsic characteristics – Airborne sound insulation under diffuse sound field conditions*).

** Valores de absorção sonora determinados de acordo com a Norma Europeia EN 16272-1 (*Railway applications - Infrastructure - Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation - Test method for determining the acoustic performance - Part 1: Intrinsic characteristics - Sound absorption under diffuse sound field conditions*).



Figura 1: Esquema em planta de implantação das Barreiras Acústicas (BA01 e BA02) e do Material Absorvente Sonoro na Boca do Túnel (BT01, BT02 e BT03)

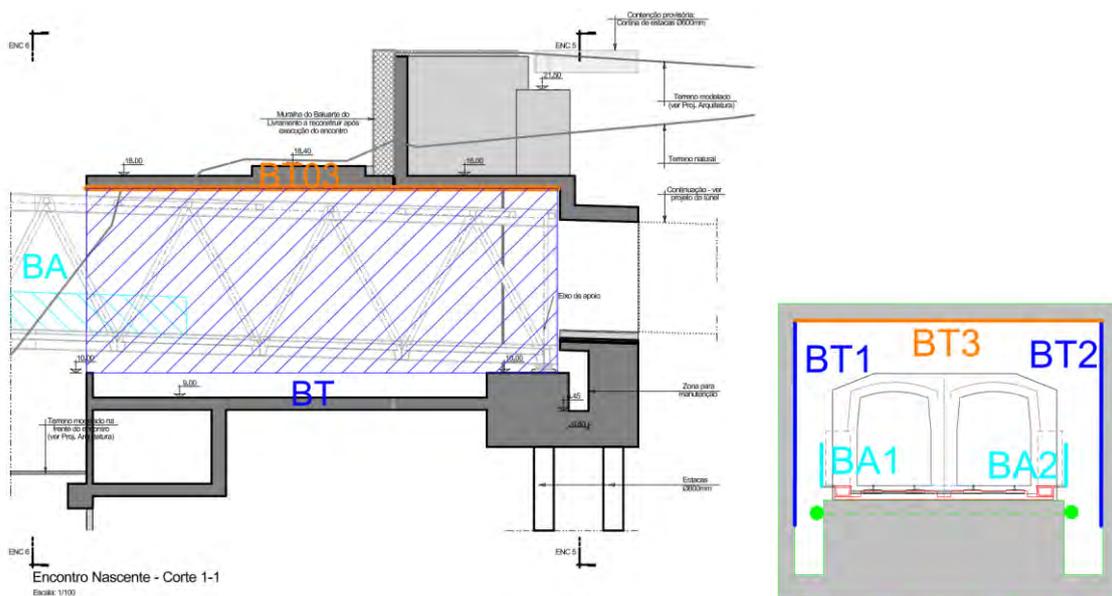


Figura 2: Esquema em perfil longitudinal (à esquerda) e em perfil transversal (à direita) de implantação das Barreiras Acústicas (BA01 e BA02) e do Material Absorvente Sonoro na Boca do Túnel (BT01, BT02 e BT03)

2.2 Vibração

No estudo de Vibração, fase de exploração, foi demonstrada a necessidade e adequação das seguintes “medidas”, no sentido da adequação do seguinte tipo de via, na zona do viaduto, para cumprimento dos limites de vibração e ruído re-radiado estabelecidos:

- VIA BETONADA COM PALMILHA CANELADA DE 9mm, BLOCOS E PLACA MICROCELULAR:
 - km 0+000 a km 0.250.
 - km 3+240 a km 3+576.193.



Metropolitano de Lisboa

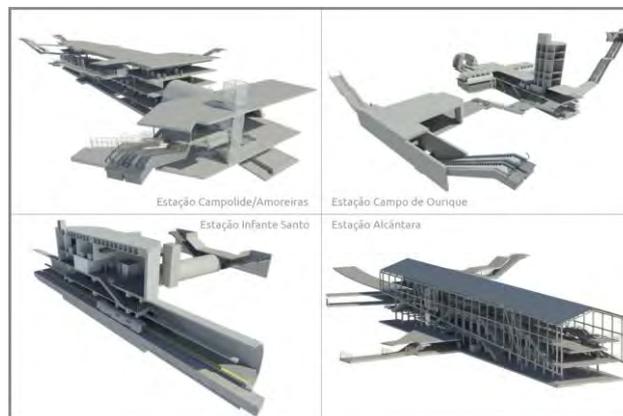


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I – VOLUME 8 – VIBRAÇÕES RUÍDO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO - ESTUDO DE RUÍDO PARA A FASE DE EXPLORAÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031001 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	João d'Almeida Vitor Rosão Alice Ramos		2024-10-10
Revisto			
Verificado			
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-10
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-10

	Nome	Assinatura	Data

Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO	3
2	PONTOS DA DIA~	3
2.1	Ponto da DIA identificado como ID1	3
2.2	Ponto da DIA identificado como ID2.....	4
2.3	Ponto da DIA identificado como ID3.....	4
2.4	Ponto da DIA identificado como ID4.....	4
2.5	Ponto da DIA identificado como ID5.....	4
2.6	Ponto da DIA identificado como ID6.....	4
3	ESTUDO ADICIONAL DE RUÍDO PARA A FASE DE EXPLORAÇÃO.....	6
3.1	Enquadramento Legal e de boa prática.....	6
3.2	Modelação de ruído e dados de base	8
3.3	Resultados sem medidas.....	12
3.4	Resultados com medidas.....	14
4	CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL NOS RECETORES.....	20
5	REAVALIAÇÃO DE IMPACTES.....	33
6	MEDIDAS.....	35
7	PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA FASE DE EXPLORAÇÃO.....	36
7.1	Generalidades.....	36
7.2	Identificação dos parâmetros a monitorizar.....	38
7.3	Locais e frequência de amostragem	38
	Anexo I – Relatório Acreditado de Medições de Ruído <i>in situ</i>	41

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente Relatório apresenta o Estudo de Ruído, fase de Projeto de Execução, da fase de exploração.

2 PONTOS DA DIA~

A Declaração de Impacte Ambiental (DIA) constante em https://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA3462/tua_aia3462202282917951.pdf, possui os seguintes principais pontos com maior relevância para este Estudo:

Quadro 1: Resumo dos pontos da DIA com interesse para o presente Estudo

ID neste Estudo	Parte da DIA	N.º na parte na DIA	Transcrição parcial (transcrição mais completa nos subcapítulos seguintes)
1	Elementos a apresentar em RECAPE	10	<i>10. Estudo adicional de ruído ... (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).</i>
2	Elementos a apresentar em RECAPE	13b	<i>13. ... b. Caracterização da situação atual ... (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).</i>
3	Medidas de Minimização Medidas para o projeto de execução	1	<i>1. Adotar como velocidade máxima de projeto 70 km/h ... (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).</i>
4	Medidas de Minimização Medidas para o projeto de execução	9	<i>9. Colocar barreiras acústicas no viaduto de Alcântara ... (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).</i>
5	Medidas de Minimização Medidas para o projeto de execução	10	<i>10. Incorporar as medidas referidas no EIA ... (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).</i>
6	Programas de monitorização	3.	<i>3. Programa de Monitorização do Ambiente Sonoro ... ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).</i>

2.1 Ponto da DIA identificado como ID1

10. Estudo adicional de ruído para as fases de construção e exploração, que estime com rigor acrescido o ruído decorrente do projeto, definindo medidas adicionais de minimização de ruído a adotar em obra e aferindo a necessidade de redimensionamento das barreiras acústicas previstas para o viaduto de Alcântara no sentido da sua maior extensão e/ou altura. As medidas devem ser definidas de modo a garantir que, após a sua adoção, não venham a ser verificados, ...

na fase de exploração, aos limites L_{den} de 65 dB(A) e L_n de 55 dB(A), conforme estabelecido no Regulamento Geral do Ruído (D.L. n.º 9/2007).

2.2 Ponto da DIA identificado como ID2

Caracterização da situação atual nos recetores sensíveis identificados no levantamento, independentemente do estado atual vibratório, que deve ser mais extensivo e representativo da diversidade de situações em presença, tanto em termos territoriais como temporais, devendo ser apresentado um relatório de medições que inclua toda a informação necessária para reporte e eventual replicação da mesma.

2.3 Ponto da DIA identificado como ID3

1. Adotar como velocidade máxima de projeto 70 km/h. Todos os estudos a desenvolver que tenham como base de dimensionamento a velocidade de circulação devem ser reformulados, assim como as medidas de minimização decorrentes.

2.4 Ponto da DIA identificado como ID4

9. Colocar barreiras acústicas no viaduto de Alcântara, no sentido de providenciar um adequado isolamento sonoro das emissões resultantes da circulação ferroviária. As barreiras acústicas terão uma altura mínima de 1,5 m e extensão mínima de 60 m, entre a saída do túnel aproximadamente ao km 3,315 até ao km 3,375, ou dimensões superiores se aferida essa necessidade no Estudo adicional de Ruído a apresentar em fase de projeto de execução. Devem ser constituídas por painéis acústicos absorventes que devem garantir graus de isolamento sonoro (R_w) não inferiores a 27 dB. A instalação dos painéis deve ser cuidadosa no sentido de não serem criadas frinchas ou aberturas entre os painéis, entre painéis e pilares de suporte ou painéis e estrutura do viaduto. A ligação entre os diversos elementos deve ser provida de juntas flexíveis no sentido de cumprir este objetivo.

2.5 Ponto da DIA identificado como ID5

10. Incorporar as medidas referidas no EIA relativas ao revestimento com características de absorção acústica a colocar no túnel junto à saída em Alcântara e aos equipamentos de ventilação a colocar nos poços de ventilação revistas em função da alteração da velocidade máxima de projeto.

2.6 Ponto da DIA identificado como ID6

De notar que as partes não associadas ao ruído na fase de exploração não são transcritas.

3. Programa de Monitorização do Ambiente Sonoro

O Programa de Monitorização do Ambiente Sonoro deve abranger duas fases correspondentes aos trabalhos de construção e à evolução da exploração do traçado.

Parâmetros a monitorizar, procedimentos de medição e requisitos das entidades e equipamentos

A caracterização acústica a efetuar será baseada nos registos e análise dos valores do nível sonoro contínuo equivalente ponderado em malha A de longa duração LAeq, especificado na legislação nacional em vigor. Serão ainda registados os valores de diversos índices estatísticos, no sentido de assessorar a análise.

Para além destes índices devem ser registados, em cada local, os espectros dos sinais sonoros em bandas de frequência de 1/3 de oitava, durante o funcionamento de máquinas, equipamentos e quaisquer operações ruidosas. Para averiguar da existência ou não de características impulsivas do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação deve ser monitorizado o nível sonoro contínuo equivalente, LAeq, em simultâneo com característica impulsiva e fast.

As medições acústicas serão efetuadas na vigência dos três períodos de referência definidos na alínea p) do Artigo 3º do RGR, conduzindo à determinação dos valores dos indicadores de ruído ambiente: Ld (LAeq no período diurno), Le (LAeq no período entardecer) e Ln (LAeq no período noturno).

A partir dos valores registados, será também calculado, na monitorização em fase de exploração, o valor do indicador de ruído diurno-entardecer-noturno Lden, a partir da fórmula definida na alínea j) do artigo 3º do RGR.

Os procedimentos experimentais seguidos durante a realização das medições acústicas efetuadas devem estar em conformidade com as recomendações constantes nas normas portuguesas aplicáveis, nomeadamente com as estabelecidas na Norma Portuguesa NP ISO 1996 Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente e no Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente, APA, Julho 2020.

Os trabalhos de monitorização de ruído devem ser executados por uma entidade acreditada pelo IPAC, conforme requisito constante no artigo 34º do RGR.

O(s) equipamento(s) de medição acústica a utilizar são sonómetros integradores de classe de precisão 1, com análise em frequência por bandas de terços de oitava, homologado(s) pelo Instituto Português da Qualidade e devidamente verificado(s) por Laboratório de Metrologia Acústica.

...

Fase de exploração

Locais de amostragem

Os locais a monitorizar devem situar-se na envolvente do traçado, mais especificamente junto de usos do solo com sensibilidade ao ruído e onde são recomendadas medidas minimizadoras. Devem incluir, pelo menos, os mesmos pontos avaliados na situação de referência referentes a recetores sensíveis próximos dos futuros equipamentos de ventilação e do viaduto de Alcântara. As zonas de avaliação que deverão ser alvo de monitorização acústica são as seguintes:

- Entre cerca do PK 0+950 e cerca do PK 1+000, lado ascendente.
- Entre cerca do PK 2+080 e cerca do PK 2+140, ambos os lados.
- Entre cerca do PK 3+200 e cerca do PK 3+700, ambos os lados.

Poderão ser selecionados outros locais resultantes de reclamações.

Períodos de avaliação acústica

Os períodos de avaliação acústica serão o diurno (07h00 – 20h00), o entardecer (20h00–23h00) e o noturno (22h00–07h00), de acordo com a legislação em vigor.

A seleção das amostras e intervalos de tempo de amostragem devem estar em conformidade com os procedimentos estabelecidos na Norma NP ISO 1996 e no Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente, tendo em conta a necessidade de garantir a obtenção de valores representativos dos indicadores de ruído de longa duração.

Periodicidade das campanhas de monitorização

Recomenda-se a realização de uma campanha de medições acústicas no 1º ano logo após a entrada em funcionamento do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara do Metropolitano de Lisboa, e ao longo dos quatro seguintes anos de exploração. Após este período deve ser avaliada, com base em todas as campanhas anteriores, a necessidade de estender e reavaliar este programa de monitorização.

CrITÉRIOS de análise de resultados e ações a adotar

Os critérios de análise dos resultados obtidos nas medições acústicas a efetuar serão os estabelecidos na legislação sobre ruído ambiente em vigor, nomeadamente no Regulamento Geral do Ruído (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.

...

Em fase de exploração, os valores obtidos para os indicadores de ruído L_{den} e L_n devem ser comparados com os valores limites fixados no Artigo 11º do RGR. Nas zonas ou locais onde se verifique o incumprimento dos critérios legais vigentes devem ser adotadas medidas, adicionais às estabelecidas, de controlo de ruído (medidas na fonte de ruído, no meio de propagação ou, caso esgotadas as anteriores, no recetor sensível).

3 ESTUDO ADICIONAL DE RUÍDO PARA A FASE DE EXPLORAÇÃO

Este capítulo concretiza assim o Estudo previsto no ponto da DIA identificado no capítulo anterior (“2. Pontos da DIA”) como ID1. Nos subcapítulos seguintes serão identificados, sempre que relevante, os pontos da DIA na forma de IDnDIA. Por exemplo ID1DIA, significa o ponto identificado no capítulo anterior (“2. Pontos da DIA”) como ID1.

3.1 Enquadramento Legal e de boa prática

Entende-se que na Fase de exploração aplicam-se os requisitos acústicos estabelecidos no Artigo 19.º (Infraestruturas de Transporte), que se reportam ao Artigo 11.º, ambos do Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, revisto pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

No essencial, o limite depende da Classificação Acústica atribuída pela Câmara Municipal de Lisboa.

No Artigo 21.º (Zonamento Acústico) do Regulamento do PDM de Lisboa¹ está estabelecido:

“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 5 dB(A), no Plano de Ação.”

¹ <https://files.diariodarepublica.pt/2s/2020/10/202000000/0029500376.pdf>.

No Plano de Ação de Ruído de Lisboa disponível², estabelece as ações considerando o território todo classificado como Zona Mista, ou seja, a aplicação dos seguintes limites (alínea a) do n.1 do Artigo 11.º do RGR):

- $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$; $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

O Plano de Ação identificou 29 zonas de intervenção prioritária (estabelecimento de estratégia de redução de ruído), das quais 3 encontram-se na zona de influência do Estudo: Zona 19: Av. de Ceuta; Zona 25: Infante Santo; Zona 26: Alcântara.

Uma das medidas corresponde no Estabelecimento de Zonas de Emissões Reduzidas (ZER). Conforme imagens seguintes verifica-se que praticamente toda a área atravessada pelo traçado (a nascente da AV. de Ceuta) se encontra na Zona 2 (trânsito proibido a veículos anteriores a 1996).



Figura 1: Localização da Zona 2 (laranja) das Zonas de Emissões Reduzidas (ZER) de Lisboa

² <https://www.lisboa.pt/fileadmin/portal/temas/ambiente/documentos/PlanoAcaoRuidoLisboa.pdf>.

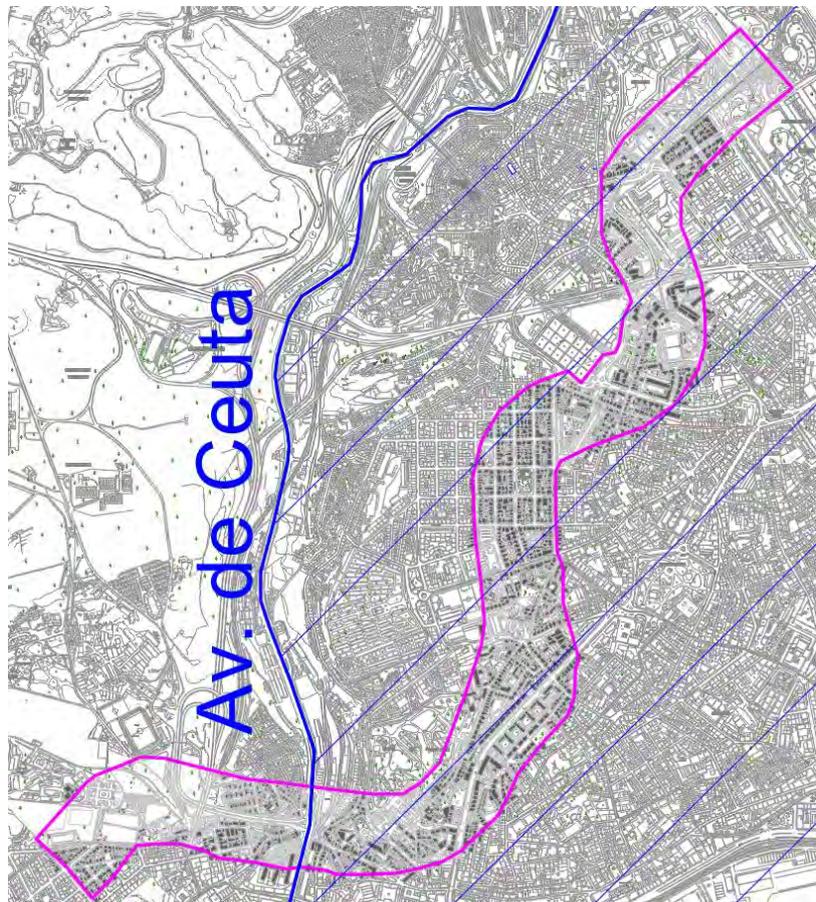


Figura 2: Sobreposição da informação de localização da Zona 2 das ZER de Lisboa (trama azul) com a área de estudo (linha magenta) do traçado

3.2 Modelação de ruído e dados de base

O presente subcapítulo, e seguintes, pretendem determinar, com rigor acrescido, o ruído proveniente da fase de exploração do projeto de Prolongamento da Linha Vermelha entre São Sebastião e Alcântara.

Relativamente aos Poços de Ventilação (2.ª parte da ID5DIA) a análise de ruído associado será apresentada em Estudo Próprio (ventilação) não no presente Estudo.

O presente Estudo cinge-se assim à zona de circulação à superfície, localizada, em planta, na Figura 3 e em 3D na Figura 4 (imagem do projeto) e Figura 5 (imagem dos software de ruído: Cadna A).

Na Figura 6 a Figura 9 apresentam-se apontamentos fotográficos, do *Google Earth*, dos Recetores identificados na Figura 3, sobre os quais vai ser efetuada previsão individualizada dos níveis sonoros.

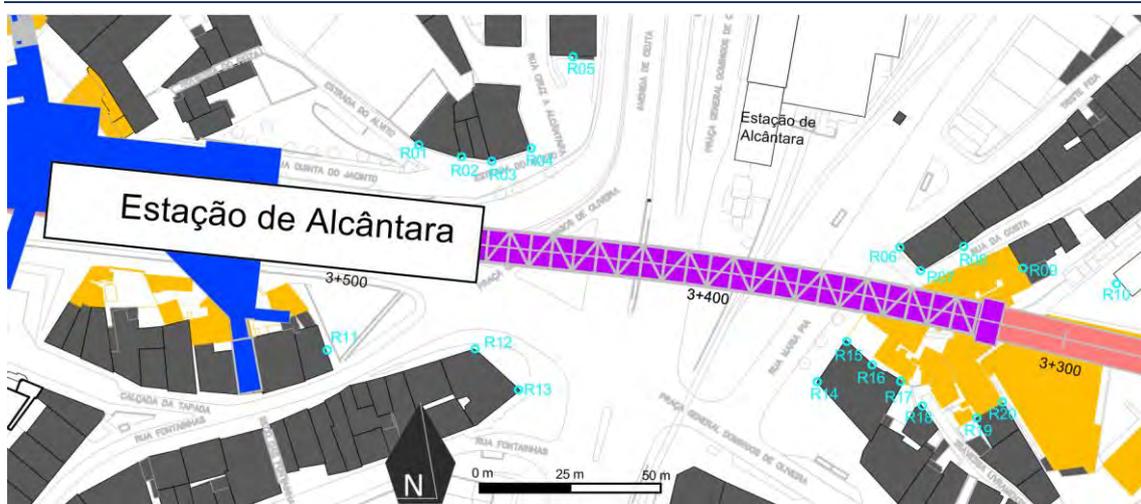


Figura 3: Localização da zona à superfície com modelação de ruído exterior na fase de exploração



Figura 4: Aspeto 3D do projeto, à esquerda com a abertura de entrada na Estação de Alcântara, à direita com a abertura de entrada em túnel

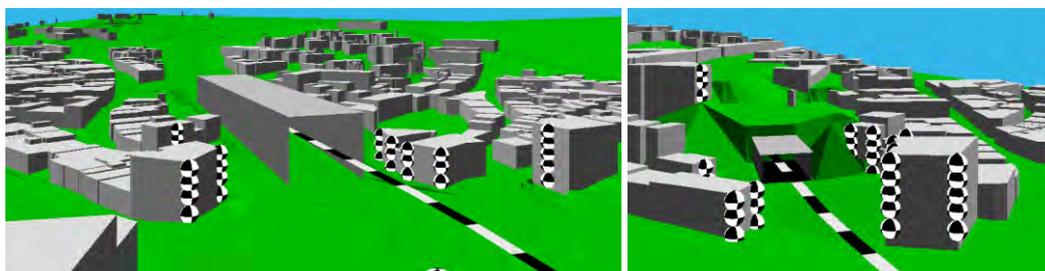


Figura 5: Aspeto 3D do modelo de simulação acústica, à esquerda com a abertura de entrada na Estação de Alcântara, à direita com a abertura de entrada em túnel

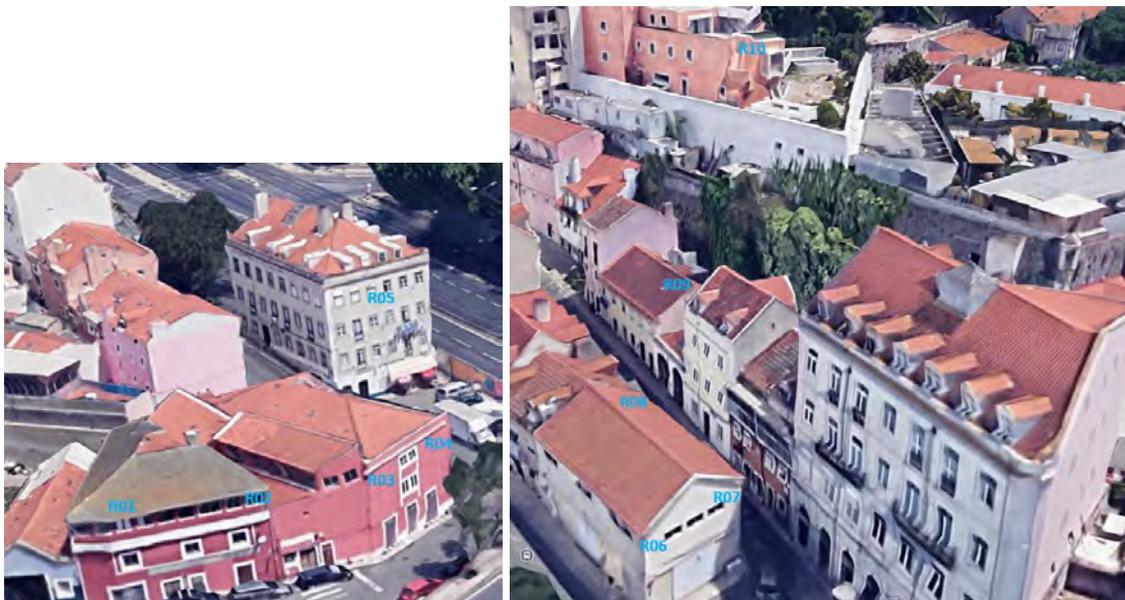


Figura 6: Fotografias *google earth* dos Recetores R01 a R05, à esquerda e R06 a R10 à direita

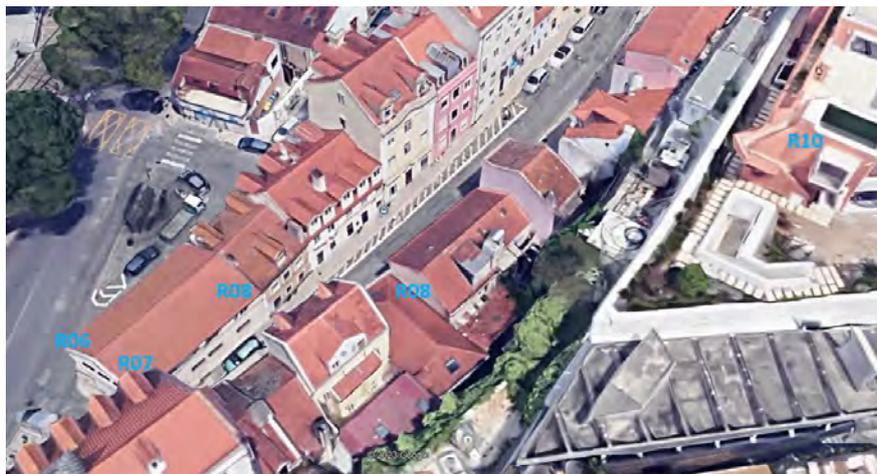


Figura 7: Fotografias *google earth* dos Recetores R06 a R10



Figura 8: Fotografias *google earth* dos Recetores R11 a R13

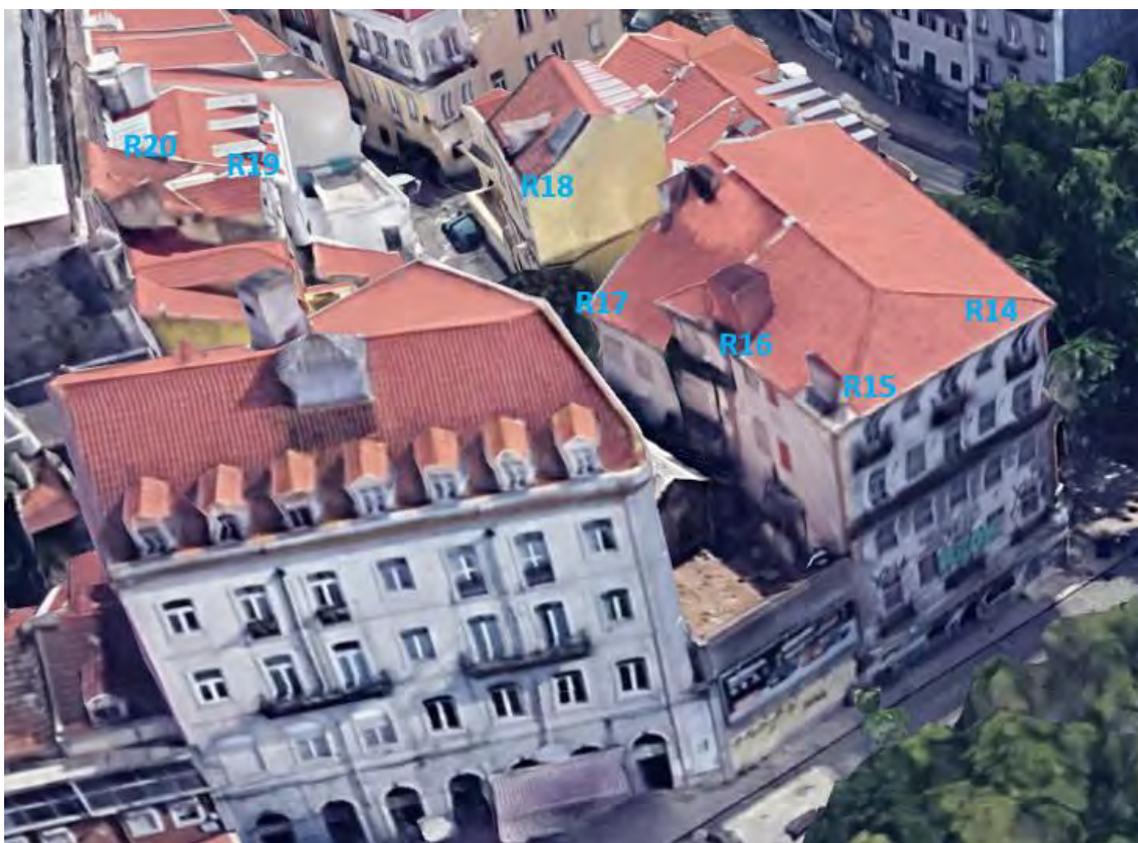


Figura 9: Fotografias *google earth* dos Recetores R14 a R20

Recorreu-se ao *software Cadna A* (<https://www.datakustik.com/products/cadnaa/cadnaa>) método SRM II de 1996 (ver tradução do método em <https://loja.schiu.com/utilidades/artigos/MInterino-SRMII.pdf>), tipo de comboio C07 (*Category 7: Disc braked urban subway and rapid tram trains*).

De notar que não se recorreu ao método mais recente, CNOSSOS, pois continuam a existir dúvidas (ver artigo “Vitor Rosão – Alterações introduzidas pela Diretiva (UE) 2015/996 (métodos europeus harmonizados para previsão do ruído de tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústrias). Coimbra. 2.º Simpósio de Acústica e Vibrações. Palestra convidada, 2019”³ relativamente à fiabilidade dos resultados, para tráfego ferroviário, sem que seja obtida mais informação.

De notar que se considera que o método SRM II de 1996 possui uma emissão sonora segura para os comboios de metropolitano (C07), devendo os comboios mais recentes de metropolitano ser provavelmente menos ruidosos (a aferir aquando do teste pré-exploração, definido no Plano de Monitorização) pelo que deverão ser seguras as previsões assim e aqui efetuadas.

De referir, a título de exemplo do grau de segurança, que através do método Schall03 de 2014 – mais recente que o SRM II e que está também disponível no *software Cadna A* – a comparação de resultados junto da linha, para o tipo de comboio “UBAHN Subway” (metro de Berlim), e método Schall03-2014, é 4 dB menos ruidoso do que o comboio de Categoria 7 (*Disc braked urban subway*) do método SRM II de 1996.

³ <https://loja.schiu.com/sectores/artigos/2019-Prj026-Palestra-V02-001-VCR.pdf>.

Decidiu-se utilizar o métodos SRM II, pela razão de segurança referida e por maior experiência de utilização em Portugal, por ser o método anteriormente recomendado a nível europeu, antes do método CNOSSOS.

No Quadro 1 apresentam-se os dados de tráfego e de via, incluindo velocidade (cumprindo ID3DIA) considerados na modelação.

Quadro 2 – Dados de tráfego e de via

Método de previsão	Tipo de comboio	Linha Férrea	Velocidade de circulação	N.º de circulações médias diárias anuais		
				Dia	Entardecer	Noite
SRMII	C07	a. Concrete sleeper in gravel. b. Joinlessrails	70 km/h	292	53	36

Assumindo um coeficiente de absorção sonora do solo e dos edifícios de 0,3, 2.ª ordem de reflexão, e 52% (dia), 75% (entardecer) e 100 % (noite) de probabilidade de ocorrência de condições favoráveis à propagação sonora em todas as direções, preveem-se, sem medidas, os níveis sonoros que se apresentam no Quadro 3, no subcapítulo seguintes.

3.3 Resultados sem medidas

Observando os resultados do Quadro 3, verifica-se que apenas em um caso (R07 2) se prevê valores acima dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)].

Ainda que se considere existir segurança na emissão sonora dos comboios, quer pela base de dados de 1996 (cerca de 4 dB, pela comparação com o “UBAHN Subway”) quer pela assunção segura de 70 km/h para toda a linha modelada, tratando-se de previsões de ruído particular, afigura-se adequado dimensionar Barreiras Acústicas para proteção dos Recetores com Níveis Sonoros mais próximos de $L_n = 55$ dB(A), assim como implementação de material absorvente sonoro na boca de entrada do túnel, cumprindo o ID4DIA e 1.ª parte do ID5DIA.

Quadro 3: Níveis sonoros de Ruído Particular previstos nos Recetores, nos diferentes pisos (cotas de modelação identificadas) sem medidas de redução de ruído

Recetor	Cota [m]	Níveis Sonoros previstos [dB(A)]			
		L_d	L_e	L_n	L_{den}
R01 0	7	40	39	33	42
R01 1	11	42	41	35	44
R01 2	14	45	44	38	47
R02 0	7	42	40	35	43
R02 1	11	45	44	38	47
R02 2	14	49	48	42	51
R03 0	7	44	43	37	46
R03 1	11	48	47	41	50
R03 2	14	53	52	46	55
R04 0	7	47	46	40	48
R04 1	11	51	49	44	52
R04 2	14	55	54	48	57
R05 0	7	46	45	39	48
R05 1	11	50	49	43	52

Recetor	Cota [m]	Níveis Sonoros previstos [dB(A)]			
		<i>L_d</i>	<i>L_e</i>	<i>L_n</i>	<i>L_{den}</i>
R05 2	14	52	51	45	54
R05 3	17	55	54	48	57
R05 4	20	55	54	48	57
R06 0	7	46	45	39	47
R06 1	11	52	51	45	54
R06 2	14	62	61	55	64
R07 0	7	46	45	39	47
R07 1	11	52	51	45	54
R07 2	14	64	63	57	66
R08 0	7	46	45	39	48
R08 1	11	52	51	45	54
R08 2	14	60	59	53	62
R09 0	7	56	55	49	58
R09 1	11	52	51	45	53
R09 2	14	57	56	50	59
R10 0	28	46	45	39	48
R10 1	32	49	48	42	51
R10 2	35	50	49	43	52
R11 0	6	39	38	32	41
R11 1	10	41	40	34	43
R11 2	13	43	42	36	45
R11 3	16	46	45	39	47
R12 0	7	46	45	39	48
R12 1	11	49	48	42	51
R12 2	14	53	52	46	55
R12 3	17	57	56	50	59
R13 0	7	48	46	41	49
R13 1	11	51	50	44	53
R13 2	14	54	53	47	56
R13 3	17	57	56	50	59
R14 0	9	50	49	43	51
R14 1	13	56	55	49	58
R14 2	16	59	58	52	61
R14 3	19	59	58	52	60
R14 4	22	58	57	51	60
R15 0	9	48	47	41	50
R15 1	13	57	56	50	59
R15 2	16	61	60	54	63
R15 3	19	61	60	54	62
R15 4	22	60	59	53	62
R16 0	9	49	48	42	51
R16 1	13	58	57	51	60
R16 2	16	61	60	54	63
R16 3	19	61	60	54	63

Recetor	Cota [m]	Níveis Sonoros previstos [dB(A)]			
		L_d	L_e	L_n	L_{den}
R16 4	22	61	60	54	62
R17 0	9	51	50	44	53
R17 1	13	57	56	50	59
R17 2	16	60	59	53	62
R17 3	19	60	59	53	62
R17 4	22	60	59	53	62
R18 0	12	53	52	46	55
R18 1	16	58	57	51	60
R18 2	19	58	57	51	60
R18 3	22	58	57	51	59
R19 0	11	50	49	43	52
R19 1	15	57	56	50	59
R19 2	18	57	56	50	59
R19 3	21	57	56	50	58
R20 0	11	37	36	30	39
R20 1	15	45	44	38	47
R20 2	18	50	49	43	52
R20 3	21	52	51	45	54

3.4 Resultados com medidas

No Quadro 4 e Quadro 5 apresentam-se as características das Barreiras Acústicas (BA) dimensionadas, e do material absorvente sonoro a instalar na boca do túnel (BT).

As medidas estão localizadas na Figura 10 (em planta) e na Figura 11 [em perfil longitudinal parcial, só da boca do túnel (encontro nascente com o viaduto de Alcântara) e em perfil transversal na zona da boca do túnel].

No Quadro 6 apresentam-se os níveis sonoros previstos após instalação das medidas onde é possível verificar que se prevê o cumprimento dos limites de Zona Mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A); $L_n \leq 55$ dB(A)] em todos os casos.

Na Figura 12 (L_{den}) e Figura 13 (L_n) apresentam-se os usuais Mapas de Ruído Particular horizontais a 4 m de altura acima do solo, sob o efeito das medidas de redução de ruído dimensionadas.

Na Figura 14 apresentam-se os Mapas de Ruído Particular verticais (à esquerda L_{den} e à direita L_n) entre o Recetor R07 e R16, sob o efeito das medidas de redução de ruído dimensionadas.

Apesar dos resultados serem em termos de Ruído Particular, considera-se muito provável o cumprimento dos limites em termos de Ruído Ambiente, pois existe segurança nos dados de emissão sonora, conforme explicitados atrás, e porque o Ruído Residual rodoviário, é tipicamente mais baixo nos pisos superiores dos edifícios, que são os mais expostos ao ruído do metropolitano no viaduto de Alcântara.

Na Figura 15 apresenta-se mapa de ruído rodoviário vertical indicativo, em termos de L_n , da zona do edifício que integra os Recetores R14 e R15, junto à Rua Maria Pia, tornado evidente que para valores que cumprem os limites de Zona Mista nos 1.ºs pisos ($L_n \leq 55$ dB(A)); de notar que a zona de Alcântara faz parte das zonas de intervenção prioritária do Plano de Ação de Ruído de Lisboa) os valores são cerca de $L_n = 52$ dB(A) nos pisos mais elevados.

Quadro 4: Características geométricas das medidas de redução de ruído definidas

Tipo de Medida	ID	"Lado" da via	km início	km fim	Extensão (e) [m] (metros lineares)	Altura (a) (BA e BT laterais) Largura (l) (BT Cima)	Área [m ²]
Barreira Acústica	BA01	Norte	3+320	3+395	74	1,5	111
	BA02	Sul	3+320	3+395	74	1,5	111
	Total →						222
Material Absorvente sonoro Boca do Túnel	BT01	Norte	3+306	3+325	19	7,5	142,5
	BT 02	Sul	3+306	3+325	19	7,5	142,5
	BT 03	Cima	3+306	3+325	19	11	209
	Total →						494

Quadro 5: Características acústicas e não acústicas (segurança) das medidas de redução de ruído definidas

Tipo de Medida	Isolamento sonoro * DL_R [dB]	Absorção sonora** $DL_{a,NRD}$ [dB]	Desempenho não acústico (e.g., resistência, durabilidade, flexibilidade em viaduto e estanquidade)
Barreira Acústica	≥ 25	≥ 10	Seguir as melhores práticas de resistência, durabilidade, flexibilidade em viaduto e estanquidade (não perda de isolamentos sonoro) em especial a especificações da série de Normas Europeias EN 16727 (<i>Railway applications – Track – Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation – Non-acoustic performance</i>)
Material Absorvente sonoro Boca do Túnel	Não aplicável	≥ 10	

* Valores de isolamento sonoro determinados de acordo com a Norma Europeia EN 16272-2 (*Railway applications – Infrastructure – Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation – Test method for determining the acoustic performance – Part 2: Intrinsic characteristics – Airborne sound insulation under diffuse sound field conditions*).

** Valores de absorção sonora determinados de acordo com a Norma Europeia EN 16272-1 (*Railway applications – Infrastructure – Noise barriers and related devices acting on airborne sound propagation – Test method for determining the acoustic performance – Part 1: Intrinsic characteristics – Sound absorption under diffuse sound field conditions*).

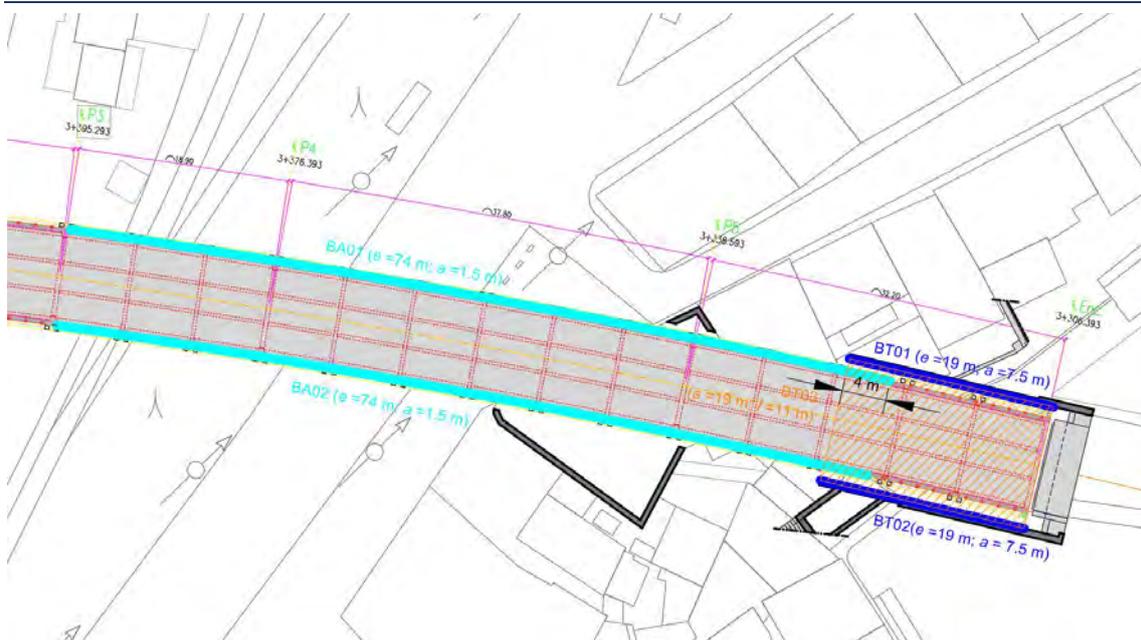


Figura 10: Esquema em planta de implantação das Barreiras Acústicas (BA01 e BA02) e do Material Absorvente Sonoro na Boca do Túnel (BT01, BT02 e BT03)

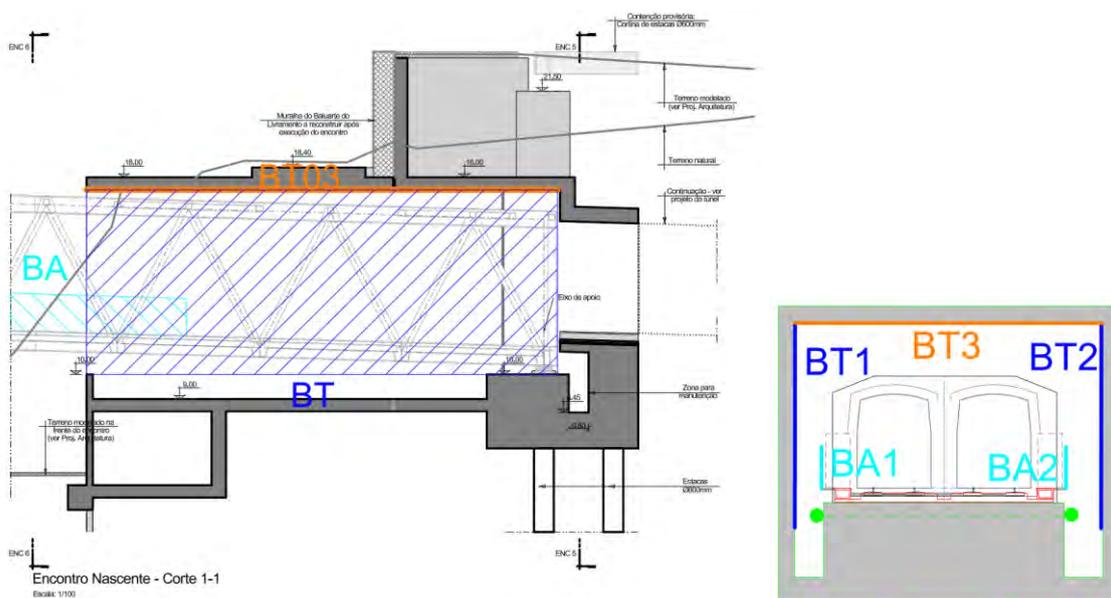


Figura 11: Esquema em perfil longitudinal (à esquerda) e em perfil transversal (à direita) de implantação das Barreiras Acústicas (BA01 e BA02) e do Material Absorvente Sonoro na Boca do Túnel (BT01, BT02 e BT03)

Quadro 6: Níveis sonoros de Ruído Particular previstos nos Recetores, nos diferentes pisos (cotas de modelação identificadas) com medidas de redução de ruído

Recetor	Cota [m]	Níveis Sonoros previstos [dB(A)]			
		L_d	L_e	L_n	L_{den}
R01 0	7	40	38	33	41
R01 1	11	42	41	35	43
R01 2	14	45	44	38	47
R02 0	7	41	40	34	43
R02 1	11	45	44	38	46
R02 2	14	49	48	42	51
R03 0	7	44	43	37	46
R03 1	11	48	47	41	50
R03 2	14	53	52	46	55
R04 0	7	46	45	39	48
R04 1	11	50	49	43	52
R04 2	14	55	54	48	57
R05 0	7	46	45	39	48
R05 1	11	50	49	43	52
R05 2	14	52	51	45	54
R05 3	17	55	54	48	57
R05 4	20	55	54	48	57
R06 0	7	45	44	38	47
R06 1	11	52	51	45	54
R06 2	14	50	49	43	52
R07 0	7	45	44	38	47
R07 1	11	51	49	44	52
R07 2	14	51	50	44	53
R08 0	7	45	44	38	47
R08 1	11	51	50	44	53
R08 2	14	49	48	42	50
R09 0	7	56	55	49	58
R09 1	11	46	45	39	48
R09 2	14	47	46	40	48
R10 0	28	45	44	38	47
R10 1	32	49	48	42	50
R10 2	35	49	48	42	51
R11 0	6	39	38	32	41
R11 1	10	40	39	33	42
R11 2	13	42	41	35	44
R11 3	16	45	44	38	47
R12 0	7	45	44	38	47
R12 1	11	49	48	42	50
R12 2	14	53	52	46	55
R12 3	17	57	56	50	58
R13 0	7	47	46	40	49
R13 1	11	51	50	44	53

Recetor	Cota [m]	Níveis Sonoros previstos [dB(A)]			
		L_d	L_e	L_n	L_{den}
R13 2	14	54	53	47	56
R13 3	17	57	56	50	59
R14 0	9	49	48	42	51
R14 1	13	49	48	42	51
R14 2	16	52	51	45	54
R14 3	19	55	54	48	56
R14 4	22	59	58	52	60
R15 0	9	48	47	41	50
R15 1	13	48	47	41	50
R15 2	16	54	53	47	56
R15 3	19	61	60	54	63
R15 4	22	60	59	53	62
R16 0	9	49	48	42	51
R16 1	13	48	47	41	50
R16 2	16	54	52	47	55
R16 3	19	60	58	53	61
R16 4	22	61	60	54	63
R17 0	9	51	50	44	53
R17 1	13	47	45	40	48
R17 2	16	52	51	45	54
R17 3	19	57	56	50	59
R17 4	22	60	59	53	62
R18 0	12	43	42	37	45
R18 1	16	49	48	42	51
R18 2	19	53	52	46	55
R18 3	22	58	57	51	60
R19 0	11	44	43	37	46
R19 1	15	48	47	41	50
R19 2	18	53	52	46	55
R19 3	21	57	56	50	58
R20 0	11	37	36	30	39
R20 1	15	41	39	34	42
R20 2	18	47	46	40	49
R20 3	21	52	51	45	53

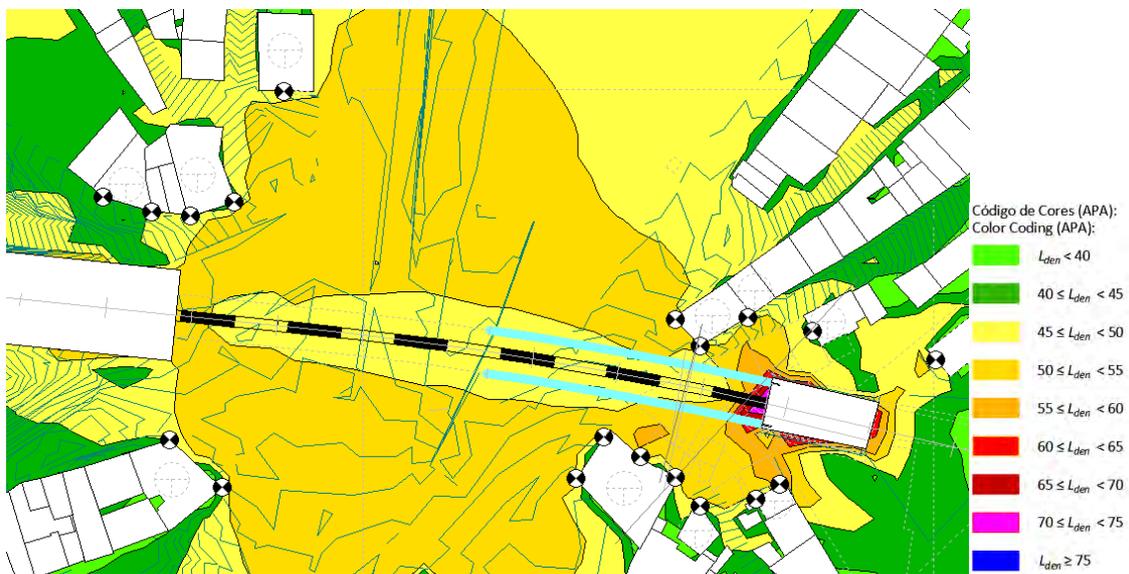


Figura 12: Mapa de Ruído Particular horizontal 5x5m (4 m acima do solo; L_{den})

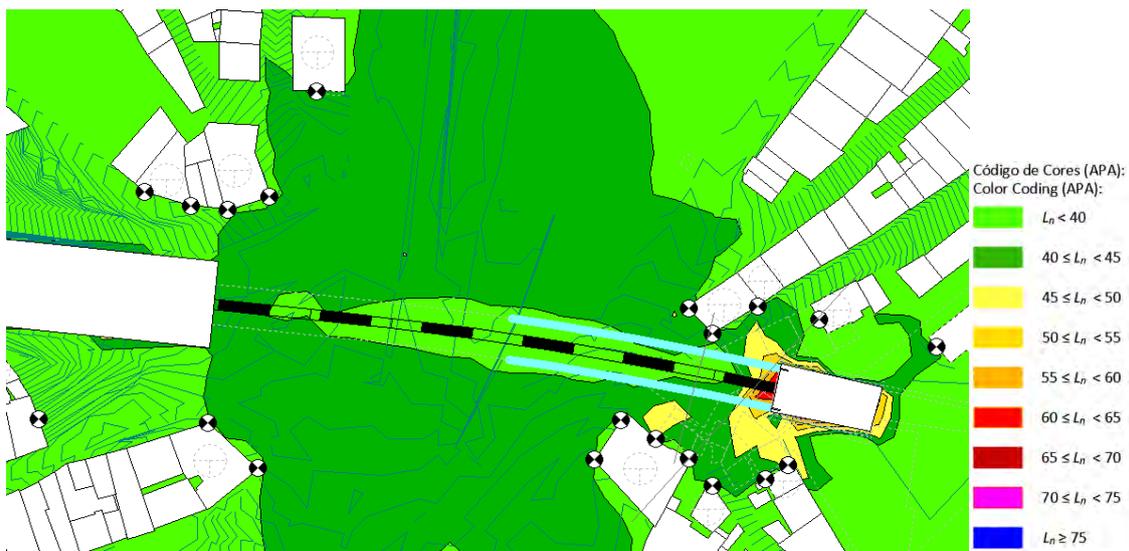


Figura 13: Mapa de Ruído Particular horizontal 5x5m (4 m acima do solo; L_n)

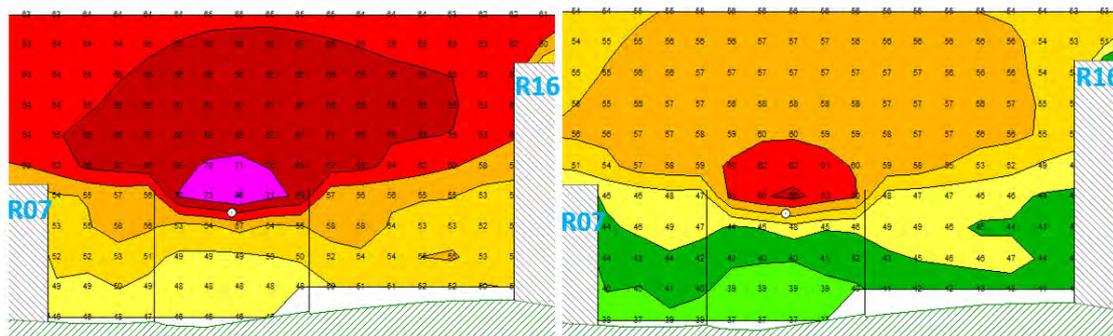


Figura 14: Mapa de Ruído Particular vertical (2x2 m) entre R07 e R16 (à esquerda: L_{den} ; à direita L_n)



Figura 15: Mapa de Ruído rodoviário vertical (1x1m) indicativo (L_n) da Rua Maria Pia e edifício que integra os Recetores R14 e R15

4 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL NOS RECETORES

Tendo em conta o ID2DIA, foi efetuada nova caracterização dos níveis sonoros no exterior, que se procura ser mais extensiva e representativa da diversidade de situações em presença.

Nesta fase é inviável efetuar caracterização dos níveis sonoros no interior dos edifícios, contudo, de forma aproximada e assumindo uma diferença típica de níveis sonoros entre o exterior e o interior de 30 dB, nas novas medições efetuadas no exterior apresenta-se também estimativa de ruído interior, considerando valores 30 dB inferiores aos medidos no exterior.

Na Figura 16 a Figura 20, apresenta-se imagens da Tabela 48 (Implantação cartográfica e fotográfica dos Locais de Medição, Valores dos níveis sonoros registados e fontes sonoras determinantes) do EIA (Relatório síntese).

Julga-se que a efetivação de uma caracterização mais extensiva, em termos espaciais, só é viável através de mapeamento de ruído.

Uma vez que a Câmara Municipal de Lisboa possui Mapa de Ruído de 2020, em formato shp (<https://dados.cm-lisboa.pt/dataset/78c049d4-be97-474a-9c28-ef34ed500c25/resource/14e10f2a-43d7-4775-aca4-2f01a5ac76a0/download/ruidoglobal2020.7z>) efetuou-se a sobreposição desse mapa de Ruído e localizou-se sobre ele o traçado e os pontos de medição do EIA (Locais 01 a 11) e os novos pontos de medição do presente Estudo (PM01 a PM08), conforme se apresenta na Figura 21 (L_{den}) e Figura 22 (L_n).

Verifica-se assim, pelo mapa de ruído municipal de Lisboa, desde o km 0+000 do traçado, até ao km 4+097, o seguinte em termos de ambiente sonoro atual:

- Praticamente toda a zona de traçado encontra-se relativamente próxima da principal rota de aterragem, de sul, no Aeroporto de Lisboa, o que faz com que pontualmente, a cada passagem de avião, desponte esse ruído, relativamente aos restantes ruídos dos locais, sendo mais notório nos locais mais próximos do aeroporto (kms iniciais do traçado) e/ou nos locais com níveis sonoros, de outras fontes de ruído, mais reduzidos. Apresenta-se, em seguida, a título de exemplo, apontamento fotográfico da visualização da passagem de avião junto à Escola Ressano Garcia (PV21, PM04, Local05).



- O tráfego rodoviário, com as suas inúmeras componentes, que fazem com que os níveis sonoros sejam mais ou menos elevados, possui, como é habitual em meio urbano, uma relevância determinante em praticamente todo as zonas atravessadas pelo traçado, com os seguintes principais destaques:
 - A Av. Eng.º Duarte Pacheco, integrando galerias do Túnel do Marquês, corresponde a uma das vias mais ruidosas na zona norte do traçado, não existindo caracterização imediatamente próxima nas medições do EIA, pelo que foi efetuado medição no novo ponto PM1, junto ao Hotel D. Pedro.
 - Verificou-se que as fontes de ruído rodoviário particulares, e outras, existentes no local são muito diversas, o que reforça a relevância desta via em termos de exposição ao ruído, possuindo uma das maiores exposições (níveis sonoros mais elevados) mas também maior diversidade:

- Tráfego de camiões (não muito usual nas vias mais interna/estreitas):



- Tráfego de veículos de ruas rodas:



- Tráfego de Autocarros:



- Tráfego de elétrico:



- A Rua D. João V, e associadas, possui também relevância em termos de emissão sonora, contudo não possui nenhum Poço de Ventilação ou Estação na proximidade pelo que se afigura mais adequado caracterizar de novo a zona próxima de PV221 (Local 03 das medições do EIA; nova medição PM02) para obter uma maior amostragem desta zona, expectavelmente com níveis sonoros mais reduzidos e também por isso, provavelmente, com maior variabilidade dos níveis sonoros [de facto, no período noturno, a nova caracterização obteve 52 dB(A) e a caracterização do EIA obteve 44 dB(A)]. De facto o local tem momentos de tranquilidade, em que se conseguem ouvir os passarinhos, mas quando em quando existe ruído da passagem esporádica de veículos automóveis e ruído do estacionamento na zona (sinalização de marcha atrás; bater de portas; etc.: imagem sem seguida de veículo a sair do estacionamento) que conferem uma variabilidade significativa aos níveis sonoros do local ainda que, no computo geral, não mito elevado dada a característica de “beco” do local.



- A Rua Ferreira Borges também possui alguma relevância contudo, de novo, não existindo qualquer Poço de Ventilação ou Estação na imediata proximidade, afigurou-se mais adequado caracterizar de novo a zona do Jardim da Parada, onde vai existir a Estação de Campo de Ourique, agora (PM03) no extremo nordeste do jardim enquanto no EIA (Local04) se caracterizou o extremo sudoeste. De novo obteve-se variação relevante no período noturno [PM3: 59 dB(A); Local4: 46 dB(A)]. O jardim da parada possui um movimento intenso de veículos e de pessoas, e de parqueamentos, em 1.ª fila e em 2.ª fila. Na imagem seguinte apresenta-se imagem representativa da passagem de autocarro por entre vários veículos parquoados. O tráfego nesta zona aparenta

não ter sido modelado no mapa de ruído municipal, pelo que os valores do mapa de ruído municipal são mais próximos dos valores obtidos no EIA.



- Continuando a descer, repete-se, na Rua Santo António à Estrela, o referido atrás: considerou-se mais adequado voltar a caracterizar a zona, mais tranquila junto à Escola Ressano Garcia e junto ao Poço de Ventilação PV215 (PM04 e Local05 praticamente coincidentes; de novo variação significativa no período noturno: PM04: 52 dB(A); Local05: 40 dB(A). O local possui um acesso pedonal privilegiado à Rua Saraiva de Carvalho, pelo que várias pessoas passam por este local, e possui também estacionamento exterior e interior (garagens de prédios) que fazem com exista alguma movimentação de estacionamento, mesmo no período noturno. Nas fotos seguintes apresenta-se, a título de exemplo, fotos de movimentação de pessoas e de saída de veículo de duas rodas de estacionamento interno de edifício.



- De novo, na zona da futura Estação Infante Santo, em vez de caracterizar a zona mais ruidosa, junto à Av. Infante Santo (Local06), afigurou-se mais adequado caracterizar de novo a zona mais interior (Local07), expectavelmente com maior variação de níveis sonoros, desta vez em ponto mais a norte desse espaço interior (PM05) e provavelmente mais exposto ao ruído da abertura de ligação deste espaço interior à Av. Infante Santo, e aparentemente não modelado (esta abertura, que comunica mais eficazmente o ruído da Av. Infante Santo para o interior deste espaço) no mapa de ruído municipal. Na foto seguinte apresenta-se apontamento fotográfico da abertura de comunicação por baixo dos prédios.



- Relativamente ao PM06, decidiu-se caracterizar a zona frontal do Palácio das Necessidades, no Largo das Necessidades, pois não tinha sido caracterizada no âmbito do EIA. O local, ainda que já bastante afastado do Aeroporto de Lisboa, possui ainda influência com significado audível, das passagens de aviões, conforme imagem seguinte, contudo o tráfego rodoviário local, incluindo autocarros públicos (foto também em seguida) assume maior significado médio.



- PM07 é praticamente coincidente com o Local10, e os níveis sonoros mais expressivos da Av. de Ceuta e da Rua Maria Pia, fazem que as diferenças sejam apenas de 2dB. Apresenta-se apontamento fotográfico da movimentação de autocarros na zona da Estação Ferroviária Alcântara Terra.



- PM08 encontra-se mais próximo da zona da Ponto 25 de Abril do que o Local11, contudo os níveis sonoros obtidos nos dois locais são muito semelhantes. Apresentam-se apontamento fotográfico de comboio a passar no tabuleiro inferior da ponte 25 de abril:



No Quadro 7 apresentam-se os níveis sonoros registados nas novas medições, realizadas nos dias 24 a 28 de junho de 2024, e 19 e 20 de agosto de 2024.

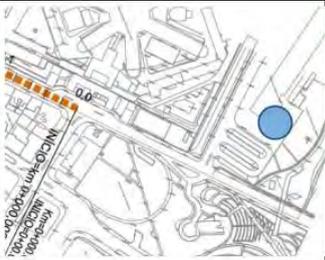
PK/LADO DA VIA	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	FOTOGRAFIA	FONTES SONORAS	NÍVEIS SONOROS [dB(A)]
Local 1 - descendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas Ventiladores Naturais	Ld = 58 Le = 56 Ln = 52 Lden = 60

Figura 16: Excerto da Tabela 48 do EIA (situação atual; Local 1)

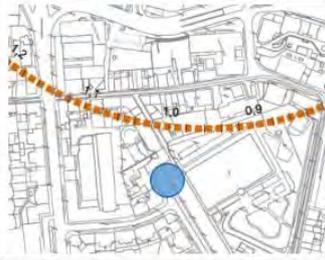
Local 2 0+520 descendente			T. Rodov. T. Aéreo T. Ferr Atividades humanas Naturais	Ld = 67 Le = 63 Ln = 62 Lden = 70
Local 3 0+980 ascendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas Naturais	Ld = 58 Le = 56 Ln = 44 Lden = 58
Local 4 1+710 descendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas Naturais	Ld = 61 Le = 57 Ln = 46 Lden = 60

Figura 17: Excerto da Tabela 48 do EIA (situação atual; Locais 2 a 4)

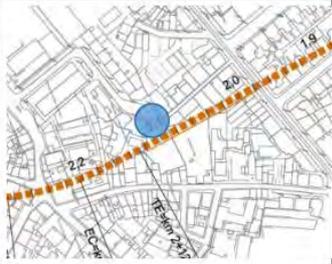
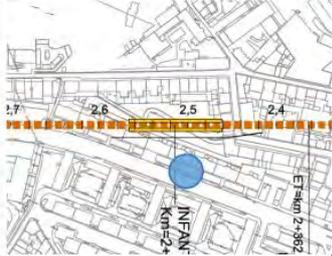
PK/LADO DA VIA	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	FOTOGRAFIA	FONTES SONORAS	NÍVEIS SONOROS [dB(A)]
Local 5 2+100 descendente			T. Aéreo Atividades humanas T. Rodov. Naturais	Ld = 57 Le = 52 Ln = 40 Lden = 56
Local 6 2+500 ascendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas Naturais	Ld = 68 Le = 67 Ln = 62 Lden = 70

Figura 18: Excerto da Tabela 48 do EIA (situação atual; Locais 5 a 6)

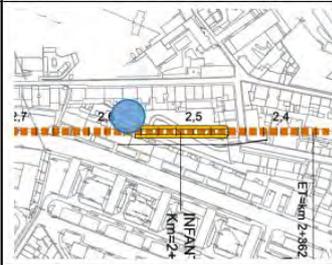
Local 7 2+560 descendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas Naturais	Ld = 51 Le = 45 Ln = 38 Lden = 50
Local 8 2+880 ascendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas	Ld = 64 Le = 64 Ln = 59 Lden = 67
Local 9 3+040 -			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas Naturais	Ld = 60 Le = 57 Ln = 52 Lden = 61

Figura 19: Excerto da Tabela 48 do EIA (situação atual; Locais 7 a 9)

PK/LADO DA VIA	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	FOTOGRAFIA	FONTES SONORAS	NÍVEIS SONOROS [dB(A)]
Local 10 3+350 descendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas	Ld = 68 Le = 66 Ln = 61 Lden = 70
Local 11 3+580 ascendente			T. Rodov. T. Aéreo Atividades humanas	Ld = 68 Le = 67 Ln = 63 Lden = 71

Figura 20: Excerto da Tabela 48 do EIA (situação atual; Locais 10 e 11)

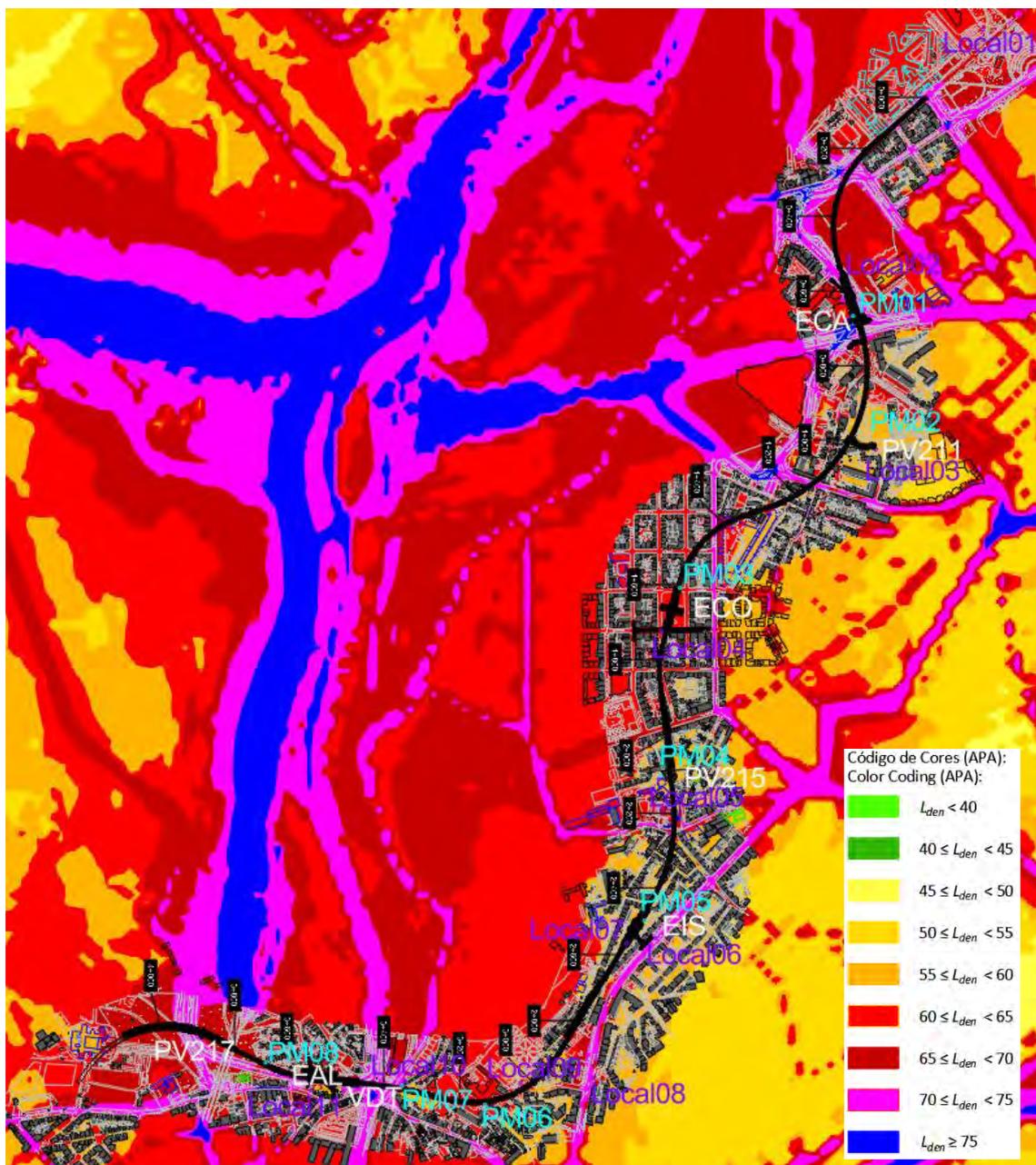


Figura 21: Mapa de Ruído municipal de Lisboa 2020 (L_{den}) com sobreposição do traçado e novos Pontos de Medição *in situ*

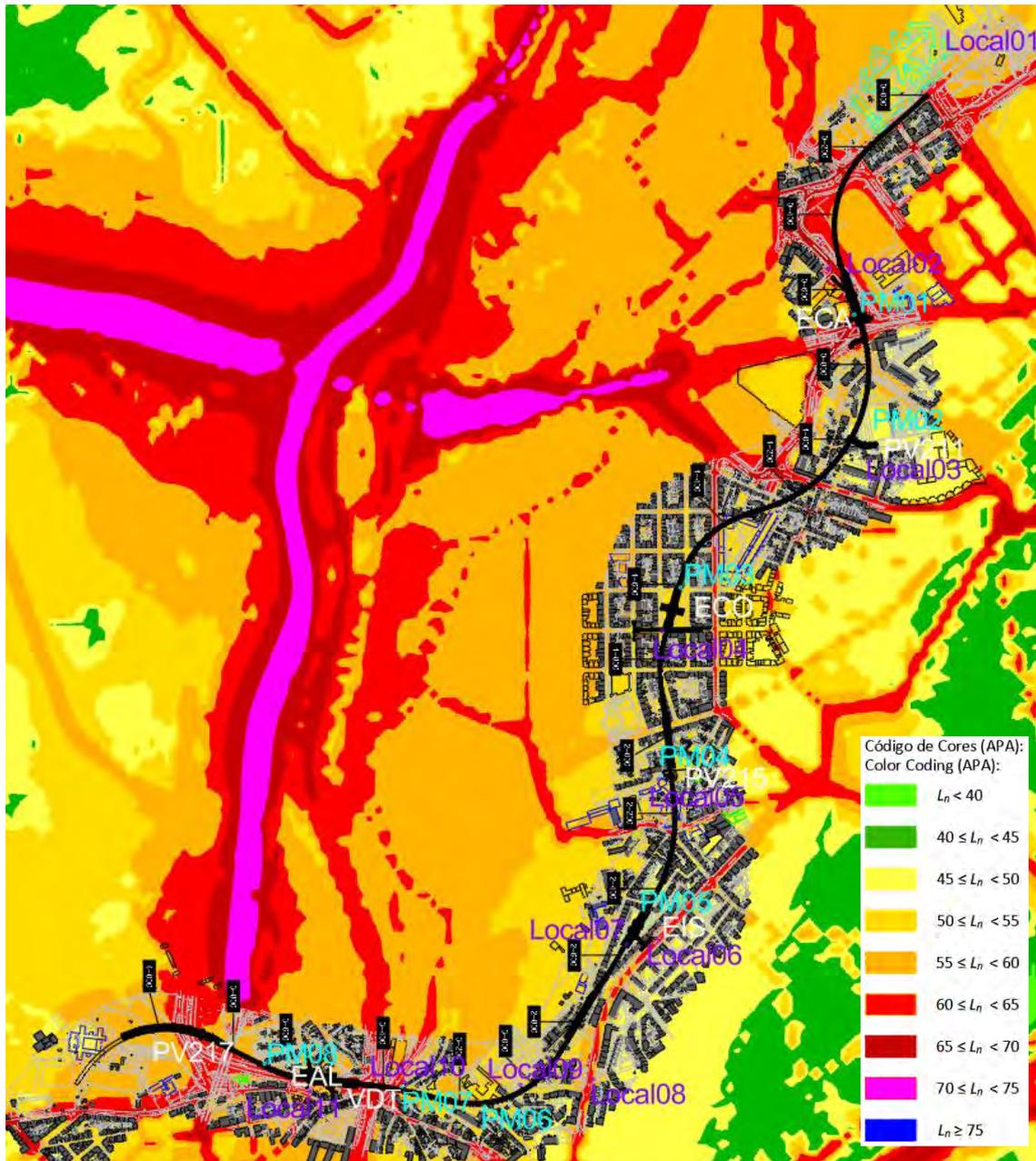


Figura 22: Mapa de Ruído municipal de Lisboa 2020 (L_n) com sobreposição do traçado e novos Pontos de Medição *in situ*

Quadro 7 – Níveis sonoros medidos nos pontos de medição da Situação Atual

Ponto	Coordenadas	Níveis sonoros [dB(A)]				Comentários	Apontamento fotográfico
		<i>L_d</i>	<i>L_e</i>	<i>L_n</i>	<i>L_{den}</i>		
PM01	38°43'29.23"N 9° 9'36.29"W	70	69	62	71	Tráfego rodoviário intenso da Av. Conselheiro Fernando de Sousa e do Túnel o Marquês. Tráfego aéreo.	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		40	39	32	41		
PM02	38°43'17.87"N 9° 9'34.22"W	60	53	53	61	Tráfego rodoviário ocasional da Travessa do Barbosa (sentido único). Tráfego aéreo.	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		30	23	23	31		
PM03	38°43'5.97"N 9° 9'54.41"W	65	64	59	67	Tráfego rodoviário da Rua Infanteria 16 junto ao Jardim da Parada. Tráfego aéreo.	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		35	34	29	37		

Ponto	Coordenadas	Níveis sonoros [dB(A)]				Comentários	Apontamento fotográfico
		<i>L_d</i>	<i>L_e</i>	<i>L_n</i>	<i>L_{den}</i>		
PM04	38°42'50.54"N 9° 9'55.92"W	61	57	54	62	Tráfego aéreo. Tráfego rodoviário limitado (rua sem saída) Ruído de vizinhança-	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		31	27	24	32		
PM05	38°42'38.28"N 9° 9'57.75"W	58	55	52	60	Tráfego aéreo e ruído de vizinhança.	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		28	25	22	30		
PM06	38°42'22.65"N 9°10'14.26"W	65	64	58	67	Tráfego rodoviário local da Rua as necessidade e distante d Ponte 25 de Abril. Tráfego Aéreo.	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		35	34	28	37		

Ponto	Coordenadas	Níveis sonoros [dB(A)]				Comentários	Apontamento fotográfico
		<i>L_d</i>	<i>L_e</i>	<i>L_n</i>	<i>L_{den}</i>		
PM07	38°42'24.17"N 9°10'22.84"W	70	68	63	72	Tráfego rodoviário intenso a Av. de Ceuta rua Maria Pia. Tráfego ferroviário. Tráfego aéreo	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		40	38	33	42		
PM08	38°42'26.06"N 9°10'37.61"W	69	65	62	70	Tráfego rodoviário intenso o acesso à Ponte 25 de Abril. Tráfego ferroviário. Tráfego aéreo.	
		-30=	-30=	-30=	-30=		
		39	35	32	40		

5 REAVALIAÇÃO DE IMPACTES

No Relatório Síntese do EIA, disponível em:

<https://participa.pt/contents/consultationdocument/LVSSA%20EIA%20RS%20MD%20002%20OA.pdf>

consta o seguinte, considerado mais relevante, no seu capítulo “7.13.5.6 Avaliação de Impactes do Ruído na Fase de Exploração”:

“Zona de Alcântara:

PKs: entre cerca do PK 3+320 e cerca do PK 3+620

Lado: ambos os lados do traçado.

Tipo de ocupação: casas de habitação com número de pisos variável, a distâncias superiores a 12 metros à via.

Ruído local: foram registados na zona níveis sonoros entre 61 e 63 dB(A) para o indicador L_n e entre 70 e 71 dB(A) para o indicador L_{den} , valores já elevados e acima dos limites legais.

Níveis sonoros previstos:

Na Tabela 129 apresentam-se os valores para os indicadores de ruído L_{den} e L_n dos níveis sonoros registados atualmente, os níveis emitidos pela circulação do Metropolitano e os correspondentes níveis resultantes, nos locais mais próximos da via. A localização dos recetores sensíveis considerados como referência é apresentada na Figura 201 à escala 1:2 500.

Tabela 129 – Níveis sonoros medidos, previstos e resultantes

LOCAL	RUÍDO RESIDUAL (Valores medidos)		RUÍDO PARTICULAR (Valores previstos)		VALORES RESULTANTES	
	L_{den} [dB(A)]	L_n [dB(A)]	L_{den} [dB(A)]	L_n [dB(A)]	L_{den} [dB(A)]	L_n [dB(A)]
1 (Piso mais exposto)	70	61	63	55	71	62
2 (Piso mais exposto)	71	63	65	56	72	64

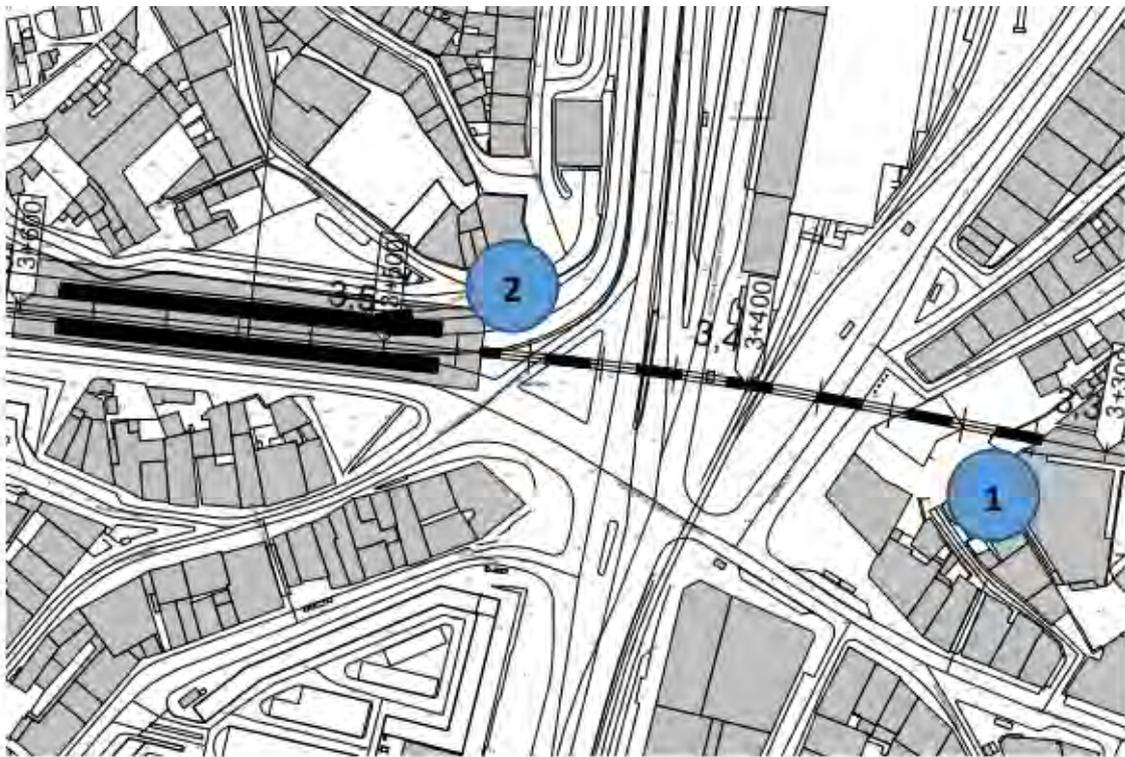


Figura 201 - Localização dos recetores considerados como referência

Impactes no Ruído Ambiente: negativos, de extensão média e magnitude negligenciável, podendo ser classificados como nível 0 em termos de acréscimos previstos nos níveis sonoros, de acordo com a Tabela 129. Prevêem-se acréscimos marginais dos níveis sonoros nos locais próximos da via. O ambiente sonoro local é determinado pelo ruído residual já com valores acima dos limites definidos para zonas mistas, quer para o indicador L_n quer para o indicador de ruído L_{den} . No entanto, recomenda-se a adoção de medidas minimizadoras de ruído de forma a conter o ruído particular dentro dos limites legais e reduzir o eventual incómodo causado na ocorrência da nova fonte sonora (passagem do metropolitano)."

Foi efetuado modelo de simulação acústica 3D detalhado, explicitado atrás, cumprindo a especificação da DIA de velocidade de 70 km/h para o Metropolitano, e considerando uma emissão sonora de metropolitano característica dos anos 90 do século XX. Foram dimensionadas Barreiras Acústicas e Material Absorvente Sonoro para a boca do túnel (encontro nascente com o Viaduto de Alcântara), tendo-se demonstrado a previsão de cumprimentos dos limites de Zona Mista, pelo que se considera a ocorrência de Impactes Negativos, de Magnitude Nula a Reduzida (aumento nulo ou ligeiro dos níveis sonoros atuais, numa zona com afetação significativa de tráfego rodoviário) Pouco Significativos (cumprimento dos limites acústicos legais).

6 MEDIDAS

Transcrevem-se em seguida as medidas constantes no capítulo “10.13.3 Fase de Exploração” do Relatório Síntese do EIA, disponível em:

<https://participa.pt/contents/consultationdocument/LVSSA%20EIA%20RS%20MD%20002%20A.pdf>

“MM.AS.06 – Separação elástica entre a infraestrutura ferroviária e a ponte metálica através da introdução de palmilhas de travessa ou manta antivibrátil garantindo uma perda de inserção mínima de 10 dB.

MM.AS.07 – Adicionalmente deverão ser colocadas barreiras acústicas no viaduto previsto no sentido de providenciar um adequado isolamento sonoro das emissões resultantes da circulação ferroviária. As barreiras acústicas serão constituídas de painéis que deverão garantir graus de isolamento sonoro ($R'w$) não inferiores a 27 dB.

A numeração inicia-se no EIA em 6, por interligação com a numeração da fase de construção.

A medida MM.AS.6 não será abordada neste estudo, mas no Estudo de Vibrações na fase de exploração e no documento específico do Projeto de Condicionamento Acústico do Viaduto de Alcântara.

A numeração seguinte de medidas, tendo por base o constante na DIA (ver capítulo anterior “2 PONTOS DA DIA”), começa em 1, sendo apresentadas notas relativamente ao concretizado neste Estudo e à relação com o constante no EIA e na DIA.

MM.AS.01 – DIA: “Adotar como velocidade máxima de projeto 70 km/h. Todos os estudos a desenvolver que tenham como base de dimensionamento a velocidade de circulação devem ser reformulados, assim como as medidas de minimização decorrentes”.

Conforme explicitado atrás o dimensionamento foi efetuado considerando uma velocidade de circulação do metropolitano de 70 km/h.

MM.AS.02 – DIA: “Colocar barreiras acústicas no viaduto de Alcântara, no sentido de providenciar um adequado isolamento sonoro das emissões resultantes da circulação ferroviária. As barreiras acústicas terão uma altura mínima de 1,5 m e extensão mínima de 60 m, entre a saída do túnel aproximadamente ao km 3,315 até ao km 3,375, ou dimensões superiores se aferida essa necessidade no Estudo adicional de Ruído a apresentar em fase de projeto de execução. Devem ser constituídas por painéis acústicos absorventes que devem garantir graus de isolamento sonoro ($R'w$) não inferiores a 27 dB. A instalação dos painéis deve ser cuidadosa no sentido de não serem criadas frinchas ou aberturas entre os painéis, entre painéis e pilares de suporte ou painéis e estrutura do viaduto. A ligação entre os diversos elementos deve ser provida de juntas flexíveis no sentido de cumprir este objetivo.”.

Conforme explicitado atrás, dimensionou-se com rigor Barreiras Acústicas a implementar no viaduto de Alcântara (BA01 do lado norte e BA02 do lado sul), que possuem, cada uma 1.5 m de altura e 74 m de extensão. As características de isolamento sonora estabelecidas, neste Estudo, para as Barreiras Acústicas, são em termos do parâmetro DL_R , da Norma Europeia EN 16272-2, especificamente direcionado para o espetro de tráfego ferroviário e tipicamente mais exigente do que os valores de R_w , razão de ser de possuir um valor aqui recomendado ($DL_R \geq 25$ dB) mais baixo do que o recomendado na DIA ($R_w \geq 27$ dB) mas provavelmente de igual ou maior exigência.

MM.AS.03 – DIA: “Incorporar as medidas referidas no EIA relativas ao revestimento com características de absorção acústica a colocar no túnel junto à saída em Alcântara e aos

equipamentos de ventilação a colocar nos poços de ventilação revistas em função da alteração da velocidade máxima de projeto”.

Conforme referido atrás, o ruído dos equipamentos de ventilação é abordado em estudo próprio. No presente Estudo foram dimensionados elementos de absorção sonora para a boca do túnel (encontro nascente com o viaduto de Alcântara) numa área total de 494 m², e com especificações relativa às Normas Europeias EN 16272 e EN 16727.

7 PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA FASE DE EXPLORAÇÃO

7.1 Generalidades

De forma genérica atentar ao seguinte:

- As periodicidades referidas em seguida deverão ser ajustadas em função dos resultados e informação obtidos ao longo da monitorização, e direcionar-se para os períodos, fases e pontos com maior probabilidade de afetação acústica, tendo também em conta o seguinte:
 - Caso a emissão sonora seja significativamente superior ao previsto e ocorra incumprimento dos limites acústicos legais (DL 9/2007) deverá ser equacionada a implementação de Medidas de Minimização de Ruído e a revisão do plano de monitorização incluindo a realização de novas campanhas após a concretização das medidas.
 - Caso ocorram modificações significativas das características de emissão, propagação ou receção sonora, da tipologia dos edifícios ou dos requisitos legais, deverá ser revisto o plano de monitorização, pelo menos em alguns pontos.
 - Caso ocorra manutenção continuada da emissão sonora, poderá ser equacionada uma periodicidade mais alargada ou mesmo a desnecessidade de novas campanhas, pelo menos em alguns pontos.
 - Caso existam reclamações devido ao ruído associado ao projeto – circulação do metropolitano, ventilação, etc. – deverão ser efetuadas medições junto aos Recetores reclamantes, nas condições que deram azo à queixa, e equacionar a revisão do Plano de Monitorização em conformidade.
 - Os pontos definidos deverão ser substituídos (caso se verifique ser mais pertinente outro ponto), acrescidos (caso se verifique a necessidade de mais pontos) ou eliminados (caso se demonstra a sua irrelevância), em função dos resultados obtidos ou outra informação que fundamente tal decisão.
 - De notar que é necessário confirmar o efetivo uso, e/ou equiparação, dos Recetores Sensíveis em causa, devendo ser equacionado desconsiderar edifícios que não correspondam à definição de Recetor Sensível do DL 9/2007: “o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana” (edifício desabitado não deve ser considerado Recetor Sensível, devendo a monitorização controlar a eventual alteração para estado habitado), ou equacionar desconsiderar compartimentos/fachadas que o legislador acústico não considerou proteger. De acordo com o DL 96/2008 são os seguintes compartimentos os que devem ser protegidos, em edifícios que se constituem como Recetores Sensíveis:

- Habitacões: Quartos e zonas de estar.
- Escolas: Salas de aula, incluindo salas de aula musical, de professores, administrativas, Bibliotecas e gabinetes médicos, Salas polivalentes e berçários.
- Hospitais e similares: Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de consulta ou exame, enfermarias, salas de tratamento, administrativas e de convívio.

A obtenção dos parâmetros que vão ser referidos em seguida, deverá ser efetuada mediante os seguintes equipamentos principais (de notar que o DL 9/2007 estabelece a necessidade de as medições de ruído serem efetuadas por laboratório acreditado):

- Sonómetro integrador de Classe 1, de modelo aprovado pelo Instituto Português da Qualidade e objeto de verificação periódica em laboratório acreditado para o efeito, e/ou mediante os equipamentos complementares necessários ao cabal cumprimento do estabelecido na normalização, legislação e guias aplicáveis, nomeadamente:
 - Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
 - NP ISO 1996, de 2021 (Partes 1 e 2; Errata1 2022).
 - NP 4476, de 2008 (ISO/TS 15666, de 2021).
 - 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.
 - Notas Técnicas para Relatórios de Monitorização de Ruído – Fase de Obra e Fase de Exploração, publicado pela APA em Novembro de 2009.

De referir os seguintes documentos que poderão servir de base aos questionários a elaborar à população:

- NP 4476 – *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos. 2008* (ISO/TS 15666: 2021).
- Ögren, Mikael; et. al. – *Comparison of Annoyance from Railway Noise and Railway Vibration*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017.

O programa de medições e os períodos de amostragens, em cada campanha, e outros aspetos, deverão ser os suficientes ao cumprimento inequívoco do estabelecido na normalização e legislação aplicáveis.

Os resultados das medições de ruído *in situ* deverão ser analisados no sentido do cumprimento ou incumprimento dos requisitos legais, ou de boa prática, aplicáveis, nomeadamente os estabelecidos no seguinte documento legal, e suas revisões:

- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro:

Caso exista incumprimento deverão ser equacionadas Medidas de Minimização de Ruído 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.

O tratamento dos dados deverá ser efetuado de forma rigorosa e explícita – tendo por base a normalização/guidas 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, preferencialmente com especialização em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros ou similar.

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

Os Relatórios de Monitorização a elaborar, para apresentação à Autoridade de A.I.A., 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 do empreendimento, assim como se adaptar às possíveis modificações dos requisitos a analisar, quer devido a alterações legislativas, quer devido a alterações vinculativas de outra natureza.

7.2 Identificação dos parâmetros a monitorizar

Os parâmetros essenciais a monitorizar são os seguintes:

- Limites legais do Artigo 19.º/Artigo 11.º do DL9/2007 (circulação das composições; critério de exposição máxima):
 - Nível sonoro contínuo equivalente (Ruído Ambiente), $L_{Aeq,exterior}$ (NP ISO 1996: 2021) representativo da média anual [dia ($L_{d,exterior}$), entardecer ($L_{e,exterior}$), noite ($L_{n,exterior}$) e $L_{den,exterior}$], dado que o limite acústico legal (Artigo 11.º do DL 9/2007) aplica-se à média anual e é dependente da classificação acústica (necessidade de controlo de eventuais alterações à classificação acústica oficial ao longo da monitorização).
- Limites legais do Critério de Incomodidade do Artigo 13.º/Artigo 11.º do DL9/2007 (ruído dos poços de ventilação):
 - Nível sonoro contínuo equivalente, $L_{Aeq,exterior}$ (NP ISO 1996: 2021), corrigido pelas características tonais e impulsivas (anexo I do DL 9/2007) representativo da média no mês mais crítico, passando a ser denominado por Nível de Avaliação: $L_{Ar,exterior}$, (dia, entardecer e noite).

Uma vez que um dos objetivos fundamentais do Plano de Monitorização é o conhecimento dos efeitos reais do projeto na população, deverão também, sempre que possível, efetuar-se auscultações às pessoas que residam ou permaneçam em locais suscetíveis de serem afetados acusticamente.

7.3 Locais e frequência de amostragem

Deverão ser pelo menos monitorizados os pontos que se identificam nos quadros seguintes (ver figuras associadas anteriores),

Consideram-se as seguintes frequências de amostragem:

- Uma campanha com o início da fase de exploração, nos períodos de referência, e especificidades aplicáveis:

- Critério de Exposição Máxima: medições representativas da média energética anual (dia, entardecer e noite). Para L_{den} , necessidade de cálculo específico com base nos valores de dia, entardecer e noite.
- Critério de Incomodidade: medições representativas da média energética no mês mais crítico e obtenção das características de tonalidade e impulsividade representativas.
- Em função dos resultados da primeira campanha da fase de exploração, será definida a periodicidade das campanhas seguintes, apontando-se à partida para campanhas anuais nos primeiros 4 anos (ano 1, 2, 3 e 4) e campanhas quinquenais nos anos seguintes (ano 5, 10, 15 e 20).

Quadro 8: Pontos de monitorização (ruído exterior) na fase de exploração (PME)

Ponto	Coordenadas	Descrição	Especificidades acústicas
PME01	38°43'29.23"N 9° 9'36.29"W	Ponto junto ao Hotel D. Pedro e junto à nova Estação Amoreiras/Campolide.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona da nova Estação Amoreiras/Campolide. Em princípio só Critério de Exposição Máxima.
PME02	38°43'17.87"N 9° 9'34.22"W	Ponto junto a habitações na Travessa do Barbosa, junto ao Poço de Ventilação PV211.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona do Poço de Ventilação PV211. Critério de Exposição Máxima e Critério de Incomodidade, se for audível ruído de ventilação, ou similar.
PME03	38°43'5.97"N 9° 9'54.41"W	Ponto junto a habitações no Jardim da Parada e junto à nova Estação de Campo de Ourique.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona da nova Estação de Campo de Ourique. Em princípio só Critério de Exposição Máxima.
PME04	38°42'50.54"N 9° 9'55.92"W	Ponto junto à Escola Eng.º Ressano Garcia, junto ao Poço de Ventilação PV215.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona do Poço de Ventilação PV215. Critério de Exposição Máxima e Critério de Incomodidade, se for audível ruído de ventilação, ou similar.

Ponto	Coordenadas	Descrição	Especificidades acústicas
PME05	38°42'38.28"N 9°57.75"W	Ponto junto a habitações junto à nova Estação Infante Santo.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona da nova Estação Infante Santo. Em princípio só Critério de Exposição Máxima.
PME06	38°42'23.49"N 9°10'23.43"W	Ponto junto de habitações (R5, R16) junto do encontro nascente do túnel com o viaduto de Alcântara, onde se prevê maior exposição ao ruído do viaduto sob o efeito das medidas dimensionadas.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona do novo Viaduto de Alcântara. Em princípio só Critério de Exposição Máxima. Procurar caracterizar os pisos e edifícios mais expostos ao ruído do viaduto.
PME07	38°42'23.24"N 9°10'27.38"W	Ponto junto de habitações (R13) junto ao encontro ponte do viaduto de Alcântara com a Estação de Alcântara, onde se prevê maior exposição ao ruído do viaduto, sem barreira acústica nesta zona.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona do novo Viaduto de Alcântara e Estação de Alcântara. Em princípio só Critério de Exposição Máxima. Procurar caracterizar os pisos e edifícios mais expostos ao ruído do viaduto.
PME08	38°42'25.55"N 9°10'33.27"W	Ponto junto a habitações junto à nova Estação de Alcântara.	Procurar verificar se os níveis sonoros de referência possuem alteração significativa na zona da nova Estação de Alcântara. Em princípio só Critério de Exposição Máxima.

Anexo I – Relatório Acreditado de Medições de Ruído *in situ*



Metropolitano de Lisboa

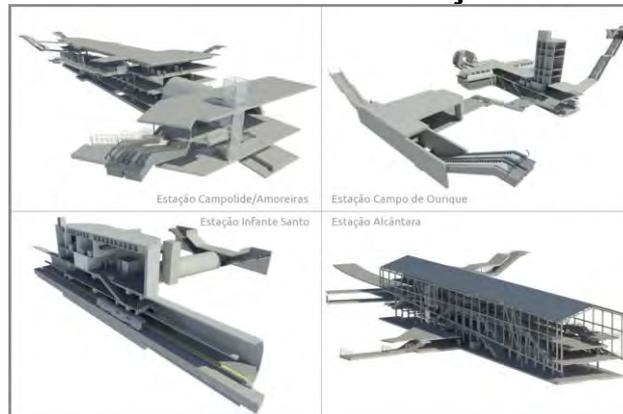


METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO I – VOLUME 8 – VIBRAÇÕES RUÍDO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO - ESTUDO DE VIBRAÇÃO PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Documento SAP:	LVSSA MSA PE VIA LIN 000 MD 031002 0
----------------	--------------------------------------

	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Vitor Rosão Alice Ramos Daniel Fernandes		2024-10-10
Revisto			
Verificado			
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		2024-10-10
Aprovado	Raúl Pistone		2024-10-10

	Nome	Assinatura	Data

Índice

1	OBJETIVO E ÂMBITO	4
2	PONTOS DA DIA	4
2.1	Ponto da DIA identificado como ID1	4
2.2	Ponto da DIA identificado como ID2.....	5
2.3	Ponto da DIA identificado como ID3.....	5
2.4	Ponto da DIA identificado como ID4.....	5
2.4.1	Elementos regulamentares ou de normalização no Parecer da Comissão de Avaliação.....	6
2.5	Ponto da DIA identificado como ID5.....	7
2.6	Ponto da DIA identificado como ID6.....	7
2.7	Ponto da DIA identificado como ID7.....	7
2.8	Ponto da DIA identificado como ID8.....	7
3	ESTUDO ADICIONAL DE VIBRAÇÃO PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO	9
3.1	Enquadramento Legal e de boa prática.....	9
3.2	Generalidade da presente obra	12
3.3	Modelação de vibração e dados de base.....	13
3.3.1	Estaleiro Central.....	14
3.3.2	Estaleiro ECA.....	16
3.3.3	Estaleiro PV211.....	19
3.3.4	Estaleiro ECO.....	20
3.3.5	Estaleiro PV215.....	23
3.3.6	Estaleiro EIS.....	25
3.3.7	Estaleiros BAL e VDT.....	28
3.3.8	Estaleiro EAL e frente OE6.....	31
3.3.9	Estaleiro PV217.....	35
3.3.10	Frentes de Túnel	37
3.3.10.1	Frente A2.2.....	38
3.3.10.2	Frente A4.1.....	40
3.3.10.3	Frente A4.3.....	42
3.3.10.4	Frente A6.1 e OE3	44
3.3.10.5	Frente A6.4.....	47
3.3.10.6	Frente A8.1 e OE4	49
3.3.10.7	Frente A10.2.....	52
3.3.10.8	Frente A10.4.....	54
4	Reavaliação de impactes.....	56

5	Medidas	57
5.1	Medidas previstas no EIA.....	57
5.2	Complementação das medidas previstas no EIA.....	58
5.2.1	Antes do início da construção	58
5.2.2	Durante Fase de Construção.....	61
5.3	Indicação de medidas típicas.....	61
6	Plano de Monitorização da fase de construção.....	62
6.1	Generalidades	62
6.2	Identificação dos parâmetros a monitorizar.....	68
6.3	Locais e frequência de amostragem	68
	Anexo I – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Campolide/Amoreiras (ECA)	70
	Anexo II – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Campo de Ourique (ECO).....	72
	Anexo III – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Infante Santo (EIS). 74	
	Anexo IV – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação de Alcântara (EAL) 76	
	Anexo V – Lista de equipamentos previstos para a construção do Túnel de Via (TV).....	78
	Anexo VI – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV211.....	80
	Anexo VII – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV215	82
	Anexo VIII – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV217	84
	Anexo IX – Lista de equipamentos previstos para a construção do Viaduto.....	86
	Anexo X – Lista de equipamentos previstos para as Obras Especiais OE5 (Túnel na zona do Baluarte) e OE6 (Túnel na zona do Alvito).....	88

1 OBJETIVO E ÂMBITO

O presente Relatório apresenta o Estudo de Vibração, fase de Projeto de Execução, da fase de construção.

2 PONTOS DA DIA

A Declaração de Impacte Ambiental (DIA) constante em https://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA3462/tua_aia3462202282917951.pdf, possui os seguintes principais pontos com maior relevância para este Estudo:

Quadro 1: Resumo dos pontos da DIA com interesse para o presente Estudo

ID neste Estudo	Parte da DIA	N.º na parte na DIA	Transcrição parcial (transcrição mais completa nos subcapítulos seguintes)
1	Condicionantes	2	<i>2. No troço entre o Palácio das Necessidades ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
2	Elementos a apresentar em RECAPE	11	<i>11. Levantamento detalhado do edificado sobrejacente ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
3	Elementos a apresentar em RECAPE	12	<i>12. Avaliação da necessidade de complementar com novas sondagens ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
4	Elementos a apresentar em RECAPE	13	<i>13. Estudo específico de vibrações ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
5	Medidas para o projeto de execução	7	<i>7. Incorporar soluções técnicas que assegurem ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
6	Medidas de Minimização Fase Prévia à Obra	26	<i>26. Planear a empreitada garantindo que ...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
7	Medidas de Minimização Fase de Obra	80	<i>80. Implementar as medidas de minimização que...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro).
8	Programas de monitorização	4	<i>4. Programa de Monitorização das Vibrações...</i> (ver texto mais completo no subcapítulo seguinte identificado pelo ID explicitado neste quadro)

2.1 Ponto da DIA identificado como ID1

De notar que as partes não associadas à vibração na fase de construção não são transcritas

2. No troço entre o Palácio das Necessidades – Vale de Alcântara, o projeto de execução deve garantir:

a. a não afetação dos corpos nascente e nordeste do Palácio das Necessidades, largo fronteiro e da fonte/chafariz localizado a sul (alimentado pelo ramal do Aqueduto das Águas Livres), aquando da realização da galeria subterrânea, ao nível das vibrações produzidas pelos trabalhos, mas também as decorrentes do funcionamento da linha do metro, devendo ser acautelado a integralidade de todos os bens imóveis classificados; ...

2.2 Ponto da DIA identificado como ID2

11. Levantamento detalhado do edificado sobrejacente e na envolvente do traçado, no que respeita às vibrações (nos domínios do dano patrimonial e da incomodidade às vibrações), atendendo ao tipo de ocupação e utilização e ao tipo de estrutura. Deste levantamento devem resultar peças escritas e desenhadas elucidativas dessa ocupação.

2.3 Ponto da DIA identificado como ID3

12. Avaliação da necessidade de complementar com novas sondagens a campanha dedicada de prospeção geológica/geotécnica recentemente feita, de modo a melhorar o conhecimento da zona de interesse do projeto, não só para uma adequada seleção de métodos de escavação, como para melhorar a qualidade das estimativas de propagação de vibrações entre as ações com componente vibrátil e os recetores sensíveis no edificado.

De notar que este ponto é tratado e estudo próprio não no presente estudo.

2.4 Ponto da DIA identificado como ID4

De notar que as partes não associadas à vibração na fase de construção não são transcritas.

13. Estudo específico de vibrações, com o detalhe adequado à fase de projeto de execução, que inclua no mínimo:

a. Identificação dos elementos regulamentares ou de normalização considerados que, no mínimo devem incluir os identificados no parecer da Comissão de Avaliação, nomeadamente, em relação ao dano patrimonial, à sensação de incomodidade às vibrações e ao ruído re-radiado – tanto para a fase de construção

b. Caracterização da situação atual nos recetores sensíveis identificados no levantamento, independentemente do estado atual vibratório, que deve ser mais extensivo e representativo da diversidade de situações em presença, tanto em termos territoriais como temporais, devendo ser apresentado um relatório de medições que inclua toda a informação necessária para reporte e eventual replicação da mesma.

c. Estimativas do nível de vibração no recetor e do ruído re-radiado no recetor, tanto para a fase de construção Iguamente devem ser indicadas as atividades geradoras de vibração, os parâmetros de dimensionamento, os modelos utilizados e a forma de validação dos mesmos, os pressupostos assumidos na modelação e não devem ser negligenciados eventuais efeitos de amplificação advindos de fenómenos de ressonância das lajes dos edifícios. As estimativas da fase de construção devem ser representativas dos meios que efetivamente serão utilizados na mesma e do planeamento da obra.

d. Definição de medidas de minimização a adotar durante a fase de construção uma vez que será interrompida a progressão da obra sempre que se ultrapasse $v_{ef} > 1.10$ mm/s, em qualquer período do dia, e interrompida no período do entardecer e noturno sempre que $v_{ef} > 0.28$ mm/s. Igualmente deve estar prevista a deslocação da população e das atividades mais sensíveis a vibrações para novos edifícios não sujeitos a tais estímulos, devidamente comprovada por acordo celebrado entre as partes, a entregar à Autoridade de AIA.

...

2.4.1 Elementos regulamentares ou de normalização no Parecer da Comissão de Avaliação

De notar que as partes não associadas à vibração na fase de construção não são transcritas.

https://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA3462/parecer_aia3462_ca2022829171025.pdf

Considera-se que o enquadramento legal e normativo, aqui apresentado, está incompleto e é redutor em relação à efetiva identificação e avaliação de impactes associados ao fator Vibrações, razão pela qual, em fases subsequentes, devera atender-se ao seguinte:

- Na vertente do dano patrimonial e para a fase de construção:
 - NP 2074: 2015

Valor limite	Vmax (pico)		
	$f \leq 10$ Hz	$10 \text{ Hz} < f \leq 40$ Hz	$f > 40$ Hz
Tipo de estrutura			
<i>Estruturas Sensíveis (edificações antigas ou com revestimentos cerâmicos colados com argamassa, chaminés, torres, monumentos, infraestruturas de transporte, escolas e hospitais 1, habitações ou escritórios com relação altura/menor dimensão da base > 2) e, por opção do proponente, escolas e os hospitais</i>	1.5 mm/s	3	366
<i>Estruturas correntes (habitações ou escritórios com relação altura/menor dimensão da base ≤ 2)</i>	3	6	12
<i>Estruturas reforçadas (edifícios industriais recentes, em betão armado ou com elementos estruturais de natureza metálica)</i>	6	12	40

- Na vertente da incomodidade a vibração ...
 - Fase de construção
normas de referência: BS 5228-2: 2009 – quadro B.1

Sensação de incomodidade e perceção de vibração	(Valor limite) $v_{max}(pico) 1\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$
Não perceptível ou apenas perceptível nas situações mais sensíveis	≤ 0.14 mm/s
Deverá apenas ser perceptível em residências	[0.14; 9,3] mm/s
É provável que haja reclamações em residências, mas é usual ser tolerado se houver aviso prévio e forem dadas explicações aos residentes	[0.3; 1] mm/s

<i>Só tolerável se a exposição for muito curta</i>	<i>]1; 10] mm/s</i>
<i>Intolerável</i>	<i>> 10 mm/s</i>

em edifícios com equipamentos muito sensíveis, consultar quadro B.3 da mesma norma BS 5228-2:2009 ...

2.5 Ponto da DIA identificado como ID5

7. Incorporar soluções técnicas que assegurem a eficaz redução da propagação de vibrações, as quais devem ser detalhadamente justificadas com estudos específicos ao nível do recetor, de forma a salvaguardar a qualidade de vida e comodidade da população e a integridade física do edificado sobrejacente e localizado na área de influência do projeto.

2.6 Ponto da DIA identificado como ID6

De notar que as partes não associadas à vibração na fase de construção não são transcritas.

26. Planear a empreitada garantindo que:

a. Ações que conduzam a incomodidade às vibrações ($v_{ef} > 0,28$ mm/s) sejam realizadas única e exclusivamente no período diurno (7h às 20h) e apenas nos dias úteis e que não são induzidos níveis de $v_{ef} > 1,10$ mm/s, mesmo que inferiores ao indicados no critério da NP 2074.

b. As operações de construção que se desenrolem na proximidade (que pode ser entendida como até 200 m de distância) de edifícios habitacionais, nomeadamente nas zonas das Estações das Amoreiras, Campo de Ourique e Infante Santo, do PV1 e PV2, e da saída do túnel e viaduto de Alcântara, devem ter lugar apenas nos dias úteis entre as 8h00 e as 20h00, conforme legislação em vigor.

...

2.7 Ponto da DIA identificado como ID7

80. Implementar as medidas de minimização que venham a ser definidas no âmbito do Estudo Específico de Vibrações a elaborar no enquadramento do Projeto de Execução, sendo certo que não poderão ser ultrapassados os limites máximos indicados na medida n.º 28 da presente decisão e que níveis de $v_{ef} > 1.10$ mm/s determinarão a interrupção das ações de construção que os induzam até ser encontrada nova forma de prosseguir sem ultrapassar esse limite, ou ser demonstrado o realojo ento dos recetores sensíveis e/ou as atividades sensíveis a vibrações.

2.8 Ponto da DIA identificado como ID8

De notar que as partes não associadas à vibração na fase de construção não são transcritas.

4. Programa de Monitorização das Vibrações

Este programa deve incluir todos os pontos que venham a ser identificados no âmbito do estudo específico de vibrações a elaborar para a fase de projeto de execução, como sendo sujeitos à influência das vibrações decorrentes desta infraestrutura, seja em fase de construção Esse

estudo deve incluir as peças desenhadas necessárias para classificar os edifícios em relação à sua suscetibilidade às vibrações, tanto em relação ao tipo de estrutura como em relação à sensibilidade da sua utilização. Igualmente deve contemplar o enquadramento legal e normativo em vigor e referido no parecer da Comissão de Avaliação.

Salienta-se que o Programa de Monitorização deve contemplar, pelo menos, a seguinte frequência de amostragem:

- *Durante a fase de construção, a medição de vibrações terá de ocorrer de forma contínua no período de tempo em que os trabalhos a realizar se encontrem na proximidade dos edifícios sensíveis. O programa de monitorização deve incorporar sistema de tratamento automático de dados e de envio de alertas no caso das vibrações ocorrentes ultrapassarem os limites de alerta e/ou de alarme (definidos no âmbito da análise de risco patrimonial).*

Sempre que se detetarem níveis de vibração que ultrapassem os limites definidos deve ser entregue um relatório com a análise dessas situações e com a identificação das medidas já tomadas e a tomar para se garantir o cumprimento dos mesmos.

- *Deve ser realizada uma campanha de monitorização, após a execução dos toscos e anterior à execução da empreitada seguinte de construção da solução de via-férrea para determinar se as funções de transferência estão validades e, conseqüentemente, para averiguar se o dimensionamento das medidas de minimização a implementar é adequado. O correspondente Relatório deve ser entregue à autoridade de AIA até 2 meses após a realização dessas medições e deve ser sempre anterior ao início da fase seguinte de execução deste troço de linha. Este relatório deve incluir uma comparação entre as estimativas constantes do RECAPE e que estiveram subjacentes ao dimensionamento das medidas de minimização e os valores efetivamente medidos em campo.*
- *Em momento prévio à entrada em serviço, deve ser realizado um teste com as futuras composições que circularão nesta linha e para os diferentes regimes de velocidade previstos, para se determinar as funções de transferência finais (incluindo a ação das medidas de minimização implementadas) e a real eficácia das medidas de minimização adotadas.*

Os referidos relatórios devem ser entregues à autoridade de AIA no prazo de 2 meses, antes da entrada em serviço, que ficará condicionada à sua aprovação.

- *No ano de entrada em serviço, para o qual se deve considerar uma duração mínima de 1 semana, em contínuo e com a identificação dos eventos relevantes em termos de incomodidade à vibração. O proponente também refere que pretende realizar monitorização ao longo dos quatro seguintes anos de exploração. Adicionalmente, devem ser realizadas campanhas equivalentes nos anos 5, 10, 20 e 40, após a entrada em serviço.*

Os referidos relatórios devem ser entregues à autoridade de AIA no prazo de 2 meses.

De notar que a monitorização das funções de transferência e os testes antes da entrada em exploração, são apresentados no estudo de vibração da fase de exploração.

3 ESTUDO ADICIONAL DE VIBRAÇÃO PARA A FASE DE CONSTRUÇÃO

Este capítulo concretiza assim o Estudo previsto no ponto da DIA identificado no capítulo anterior (“2. Pontos da DIA”) como ID4. Nos subcapítulos seguintes serão identificados, sempre que relevante, os pontos da DIA na forma de IDnDIA. Por exemplo ID1DIA, significa o ponto identificado no capítulo anterior (“2. Pontos da DIA”) como ID1.

3.1 Enquadramento Legal e de boa prática

De referir a inexistência, em Portugal, e em vários outros países, de um quadro legal e/ou normativo concreto para a limitação objetiva da vibração na fase de construção, para além dos limites de danos cosméticos em estruturas, patente na Norma Portuguesa NP 2074:2015.

Contudo, dada a similitude entre o Fator Ruído e o Fator Vibração, julga-se legítimo ter em conta, no Fator Vibração, alguns dos princípios legais, e de boa prática típica, para a fase de construção, do Fator Ruído, nomeadamente:

- Inexistência de limites quantitativos, apenas limites de “bom senso”, e desnecessidade de Licença Especial de Ruído (LER), quando as operações não ocorrem junto (tipicamente 200 m) de Recetores com sensibilidade [no caso do ruído (DL 9/2007: Artigo 14.º): habitações, escolas, hospitais e similares; no caso da vibração assumem-se os mesmos edifícios, em termos de incomodidade (vibração propriamente dita e ruído re-radiado) e outros edifícios no caso de danos cosméticos].
- Inexistência de limites quantitativos, apenas limites de “bom senso”, e desnecessidade de LER, quando as operações ocorrem junto (tipicamente 200 m) de Recetores com sensibilidade, mas fora dos seus períodos de sensibilidade [no caso do ruído (DL 9/2007: Artigo 14.º) os períodos de sensibilidade: habitações e equiparáveis: fins-de-semana e feriados e dias úteis 20h–8h; escolas, hospitais e similares: período de funcionamento; no caso da vibração assumem-se os mesmos períodos, em termos de incomodidade (vibração propriamente dita e ruído re-radiado) e 24 h no caso de danos cosméticos].
- Inexistência de limites quantitativos, apenas limites de “bom senso”, mas necessidade de LER (Câmara Municipal poderá estabelecer limites quantitativos), quando as operações ocorrem junto de Recetores com sensibilidade e nos seus períodos de sensibilidade, mas ocorrem apenas durante menos de 1 mês (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 5).
- Inexistência de limites quantitativos para o período diurno, apenas limites de “bom senso”, mas necessidade de LER (Câmara Municipal poderá estabelecer limites quantitativos), quando as operações ocorrem junto de Recetores com sensibilidade e nos seus períodos de sensibilidade durante mais de 1 mês (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 5).
- Inexistência de limites quantitativos para o período diurno, do entardecer e noturno, apenas limites de “bom senso”, mas necessidade de LER (Câmara Municipal poderá estabelecer limites quantitativos) quando as operações ocorrem junto de Recetores com sensibilidade e nos seus períodos de sensibilidade durante mais de 1 mês, mas possuem caráter de urgência por razões de segurança (DL 9/2007: Artigo 17.º).
- Isenção total excecional de limites quantitativos para o período diurno, do entardecer e noturno, inclusive na LER, apenas limites de “bom senso”, quando, por razões de segurança ou de carácter técnico, não seja possível interromper os trabalhos

(DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 8) ou no caso de obras em infraestruturas de transporte cuja realização se revista de reconhecido interesse público (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 9).

- Apenas existência de limites quantitativos, para o período do entardecer e noturno (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 5), se a duração for mais de 1 mês (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 5) e/ou se as operações não possuírem caráter de urgência por razões de segurança (DL 9/2007: Artigo 17.º) e/ou se a Câmara Municipal (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 8) ou despacho dos membros do Governo responsáveis pela área do ambiente e dos transportes (DL 9/2007: Artigo 15.º n.º 9) não isentar excecionalmente.

Pese embora o referido, a combinação do ID4DIA, do ID6DIA e do ID7DIA, estabelecem o seguinte, de forma resumida, onde se adicionam aqui algumas notas:

- **Dano patrimonial: Limites da NP 2074: 2015.**
 - Nota 1: Considera-se ser de esclarecer que a NP 2074, e normas congêneres, por exemplo a BS 5228-2, estabelecem limites de vibração seguros para que não ocorram danos cosméticos (definição na NP ISO 4886). Por exemplo a BS 5228-2 refere o seguinte, a seguir à sua Tabela B.2 limitativa: “*são possíveis danos cosméticos para magnitudes de vibração que sejam duas vezes superiores aos valores da Tabela B.2*”. Estamos assim a falar de limites que previnem, com alguma segurança, a possibilidade de ocorrência de “danos superficiais”, portanto previnem, ainda com mais segurança, a possibilidade de ocorrência de “danos estruturais”.
 - Nota 2: Uma vez que a NP 2074: 2015 pode ser, em alguns casos particulares, muito conservadora, julga-se que, em casos excecionais e devidamente fundamentados, se possa equacionar recorrer a requisitos que possam ser considerados, justificadamente, adequados mas menos conservadores, sem pôr em risco a prevenção de ocorrência de danos cosméticos nas estruturas, por exemplo recorrer ao quadro limitativo da Tabela B.2 e Figura B.1 da Norma Britânica BS 5228-2, tendo em conta, se aplicável, a consideração de metade dos valores limites expressos, caso possam ocorrer ressonâncias (1.º parágrafo da página 29 da norma).
Apresentam-se os limites de danos cosméticos da BS 5228-2 no Quadro 2 seguinte – com Notas Extra (NE) dos limites para hipótese de ressonância e de conversão de limites de deslocamento para velocidade de vibração, não constantes no quadro original – os quais podem assim ser comparados com os limites da NP 2074, apresentados no capítulo “2.4.1 Elementos regulamentares ou de normalização no Parecer da Comissão de Avaliação”.
- **Incomodidade devido vibração: quadro B.1 da BS 5228-2 e, para eventuais edifícios com equipamentos muito sensíveis, quadro B.3 da BS 5228-2.** (ver capítulo anterior “2.4.1 Elementos regulamentares ou de normalização no Parecer da Comissão de Avaliação”, onde).
 - Nota 1: O texto “... *será interrompida a progressão da obra sempre que se ultrapasse $v_{ef} > 1.10 \text{ mm/s}$, em qualquer período do dia ...*” constante na ID4DIA e o texto similar “*Planear a empreitada garantindo que ... não são induzidos níveis de $v_{ef} > 1,10 \text{ mm/s}$, mesmo que inferiores ao indicados no critério da NP 2074*”, constante na ID6DIA, correspondem a uma perspetiva extremamente segura, que não está em linha com o estabelecido na tabela B.1 da BS 5228.2, explicitada, traduzida para português, no ID4DIA (ver capítulo “2.4.1 Elementos regulamentares ou de normalização no Parecer da Comissão de Avaliação”) onde consta o seguinte texto na gama [1;10] mm/s: “*Só tolerável se a exposição for muito curta*”. Assim, por exemplo, para solicitações planeadas de elevada vibração, poderá ser preferível planear um menor número de solicitações (idealmente só uma) durante o período diurno, com valores mais elevados, que cumprem o limite de danos cosméticos, com aviso da população, do que que um

- maior número de solicitações, que cumprem em cada caso o limite de 1.1 mm/s, mas vão incomodar mais vezes a população.
- Nota 2: De notar que os equipamentos muito sensíveis à vibração (tabela B.3 da BS 5228-2) são normalmente instalados com sistemas anti vibráteis, para poder operar com a vibração existente no local. Assim a limitação típica para equipamentos muito sensíveis à vibração corresponde à não ultrapassagem dos valores de vibração já existente no local.
 - **Incomodidade devido ruído re-radiado: não indicação, para a fase de construção.**
 - Nota 1: Tratando-se de ruído, julga-se que se deve ter como guia algumas limitações e perspectivas da legislação e boas práticas de ruído, conforme referidos atrás, nomeadamente:
 - O RGR (DL 9/2007) possui uma perspectiva de maior tolerância para Atividades Ruidosas Temporárias (ART; fase de construção) do que para Atividades Ruidosas Permanentes (ARP; fase de exploração), patente no facto, por exemplo, de não existam limites para o período diurno para ART (apenas se considera boa prática limitar para Escolas, Hospitais e similares, com maior sensibilidade no período diurno) e não seja aplicável, a ART, o Critério de Incomodidade que possui limitações para o ruído interior (ver n.º 5 do Artigo 13.º do RGR, aplicável a ARP).
 - A Organização Mundial de Saúde (OMS), no seu documento “*Environmental Noise Guidelines for the European Region*”¹, de 2018, indica que as recomendações de valor limite para o ruído interior do documento “*Brigitta Berglund, et al. – Guidelines fo Communitu Noise*”², de 1990, continuam em vigor. Na tabela 1 do documento de 1999 da OMS, recomenda-se um limite de $L_{Aeq} \leq 35$ dB(A) para interior de salas de aulas. Admite-se, por típica maior tolerância para a fase de construção, que possa ser estabelecido um limite mais tolerante do que $L_{Aeq} \leq 35$ dB(A).
 - Recorrendo ao Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE: DL 96/2008), na alínea d) do seu artigo 6-º, os valores limites estabelecidos, para locais situados no interior dos edifícios onde se exerçam atividades que requeiram concentração e sossego, são:
 - $L_{Aer,nT} \leq 37$ dB(A), se o ruído perturbador for contínuo.
 - $L_{Aer,nT} \leq 42$ dB(A), se o ruído perturbador for intermitente
 - Nota 2: Face ao explicitado na Nota 1, considera-se à partida – a ser verificado caso a caso durante a fase de exploração – os seguintes valores limite guia para o ruído interior:
 - Período diurno: limitação apenas para escolas, hospitais e similares, com efetiva maior sensibilidade no período diurno:
 - Ruído contínuo: $L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A).
 - Ruído intermitente: $L_{Aeq,interior} \leq 42$ dB(A).
 - Período do entardecer e noturno: limitação típica para habitações (estender a escolas, hospitais e similares com efetiva atividade sensível nestes períodos) e apenas para atividades no subsolo, onde o ruído induzido (re-radiado) tem menor relação entre o ruído exterior (ruído limitado pelo RGR, e que para atividades à superfície se considera suficiente) e o ruído interior:
 - Ruído contínuo (atividades no subsolo; ruído re-radiado):
 $L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A).

¹ <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/279952/9789289053563-eng.pdf?sequence=1>.

² <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/66217/a68672.pdf>.

- Ruído intermitente (atividades no subsolo; ruído re-radiado):
 $L_{Aeq,interior} \leq 42 \text{ dB(A)}$.

Quadro 2: Limites de vibração para danos cosméticos da BS 5228-2

Tipo de edifício	Velocidade de pico na gama de frequência do pulso predominante	
	4 Hz a 15 Hz	15 Hz e superior
Estruturas reforçadas ou com “esqueleto” de estabilização. Edifícios industriais e comerciais de maior envergadura	50 mm/s (NE: se hipótese de ressonância: 25 mm/s)	50 mm/s (NE: se hipótese de ressonância: 25 mm/s)
Estruturas não reforçada ou com “esqueleto” ligeiro de estabilização. Edifícios residenciais e comerciais de pequena envergadura	15 a 20 mm/s (aumento gradual de 4 Hz a 15Hz) (NE: se hipótese de ressonância: 7.5 a 10 mm/s)	20 mm/s (NE: se hipótese de ressonância: 10 mm/s)

Nota 1: Os valores referem-se à base da edificação.
 Nota 2: Em frequências abaixo de 4 Hz, um deslocamento máximo de 0.6 mm (zero a pico) não deve ser ultrapassado.
 [NE: Dada a seguinte relação entre a amplitude D do deslocamento e a amplitude V da velocidade de vibração: $V=D \times 2\pi f$, o limite de 0.6 mm para o deslocamento, considerando uma frequência mínima de 2 Hz (NP 2074: 2015), significa o seguinte limite mais exigente entre 2 Hz e 4 Hz para a velocidade de pico: 7.5 mm/s (se hipótese de ressonância: 3.75 mm/s)].

3.2 Generalidade da presente obra

A informação geral disponível é de que o trabalho será organizado da seguinte forma (em linha com o ID6DIA):

- Os trabalhos à superfície (serviços afetados, demolições, escavação e contenção de poços, etc.) desenvolver-se-ão entre as 8:00 e as 20:00 horas, nos dias úteis.
- Sempre que as circunstâncias o exijam, poderá ser necessário trabalhar também aos sábados e/ou em período de trabalho alargado, sendo, então, definido um horário de trabalho adequado, com a limitação da frequência da execução de atividades de construção que gerem elevado ruído e/ou elevadas vibrações (por exemplo demolições, betonagens, circulação de veículos pesados, trabalhos que recorram à utilização de equipamentos geradores de elevadas vibrações). Será obtida, para o efeito, a autorização do Dono da Obra e das autoridades competentes (solicitada a respetiva Licença Especial de Ruído).

De notar que a necessidade de pedido de Licença Especial de Ruído – com potencial de interesse para o Fator Vibração – é abordada não no presente Estudo mas no Estudo de Ruído da Fase de Construção.

- Execução de trabalhos subterrâneos: 3 turnos diários de 8 horas cada, 6 dias por semana. Contudo, a realização de trabalhos à superfície fica limitada ao horário normal, das 8:00 às 20:00 horas.

Assim, para os estaleiro e frentes de obra à superfície, vai considerar-se, neste estudo, a limitação de:

- 1.1 mm/s, estabelecida no ID4DIA, ID6DIA e ID7DIA, para o período diurno.

- De notar que este limite é suficiente para garantir, em condições normais, os limites de danos cosméticos em quaisquer edifícios.

Tendo em conta a perspetiva extremamente segura deste limite, justificada no subcapítulo anterior, recomenda-se que, durante a fase de construção e face aos resultados da monitorização, seja verificada e justificada, se necessário, a possibilidade excepcional de consideração de outros limites adequados, em linha com as melhores práticas nacionais e internacionais na matéria.

Em linha com o Fator Ruído, para os casos de Escolas e Hospitais e Similares, na envolvente dos Estaleiros, é considerada neste Estudo a limitação $L_{Aeq, interior} \leq 37$ dB(A), assumindo, por segurança, uma perturbação contínua.

Tendo em conta o fator de conversão médio (-35 dB) patente na Table 6-14 do documento “Federal TRansit Administration (EUA) – Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual. 2018”³, e a fórmula de conversão de VdB em mm/s, constante na equação (16), capítulo “3.3.3. Critérios de Vibração USA” do documento “Vitor Rosão – *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. UALG, Tese de Doutoramento, 2011”⁴, verifica-se que:

- $L_{Aeq, interior} \leq 37$ dB(A) $\Leftrightarrow v_{ef} \leq 0.1$ mm/s.

Para o período diurno, para as obras à superfície, será assim considerada a limitação de:

- $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s [$L_{Aeq, interior} \leq 37$ dB(A)], apenas para Escolas, Hospitais e similares.

No caso de eventual extensão das operações à superfície ao período do entardecer e/ou noturno, considera-se aplicável às habitações, e equiparáveis, o limite do ID4DIA e ID6DIA (estes limites não foram considerados para cálculo no presente Estudo, pois assumiu-se, de acordo com a informação disponível, a atividade à superfície cingida ao período 8h-20h; durante a fase de construção, os estudos detalhados previstos de 6 em 6 meses, deverão considerar estes limites para cálculo, caso e quando se preveja a extensão da atividade à superfície ao período do entardecer e/ou noturno):

- $v_{ef} \leq 0.28$ mm/s.

Para atividades no subsolo, em particular a construção de túneis, afigura-se adequado considerar para o período do entardecer de habitações, e equiparáveis:

- $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s [$L_{Aeq} \leq 37$ dB(A)].

3.3 Modelação de vibração e dados de base

O presente subcapítulo, e seguintes, pretendem determinar, com rigor acrescido, a vibração e o ruído re-radiado proveniente da obra, apercebido nos Recetores Sensíveis para ART, em termos de incomodidade, e outros edifícios, em termos de danos cosméticos, em linha com o ID4DIA.

O elevado número de equipamentos (ver lista de equipamento previstos no Anexo I a X) e a variabilidade significativa de operações, faz com que seja impossível, nesta fase, uma estimativa “fonte-a-fonte”, “operação-a-operação” (“f-a-f_o-a-o”), das velocidades de vibração produzidas e apercebidas nos Recetores Sensíveis para ART, e outros edifícios, vizinhos.

Contudo é possível uma estimativa com base em emissões vibráteis gerais típicas que, também por isso, precisam de ser devidamente monitorizadas ao longo da construção e alvo de revisão, de 6 em 6 meses – conforme estabelecido nos subcapítulos “5.2.1 Antes do início da construção” e “5.2.2 Durante Fase de Construção” do capítulo “5.2 Complementação das medidas previstas

³ https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/research-innovation/118131/transit-noise-and-vibration-impact-assessment-manual-fta-report-no-0123_0.pdf

⁴ <https://sapientia.ualg.pt/bitstreams/e10bdebf-67f8-4fcc-8799-d096048ba20f/download>.

no EIA” – com previsões “f-a-f o-a-o” para os 6 meses seguintes, em função da informação mais detalhada de obra para os 6 meses seguintes, e tendo por base os resultados dos 6 meses anteriores.

As medições de vibração efetuadas em obras de metropolitano, revelam que na grande maioria dos casos, e nas situações mais exigentes, é possível garantir a não ultrapassagem de valores de 1.1 mm/s na imediata envolvente do Estaleiro e frentes de obra.

Assim, nos subcapítulos seguintes, é considerada a possibilidade de gestão da obra para cumprir 1.1 mm/s do edifício mais próximo, e prevista a velocidade de vibração em outros edifícios tendo em conta as equações 7-2 e Eq. 7-3 do documento “Federal Transit Administration (EUA) – Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual. 2018”⁵, que se podem traduzir na seguinte forma:

$$v = v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$$

Ainda que o valor de k , deduzido das equações 7-2 e 7.3, seja em ambos os casos $k = -1.5$, verifica-se que podem existir casos excecionais em que é aconselhável a utilização de um valor de $k = -0.8$. Nos subcapítulos seguintes o cálculo é assim efetuado considerando os dois valores de k .

3.3.1 Estaleiro Central

Na Figura 1 apresenta-se a localização do Estaleiro Central e de Ponto de Monitorização PMC_V-EC-01 proposto, localizado no interior do edifício mais próximo do Estaleiro Central (EC), onde será necessário controlar, no período diurno, através de monitorização contínua, que os valores não ultrapassam 1.1 mm/s.

No Quadro 3 apresenta-se a identificação de outros edifícios localizados na envolvente do Estaleiro Central (EC) e a sua distância ao EC, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 1.1 mm/s em PMC_V-EC-01, para dois valores de k ($k = -1.5$ e $k = -0.8$) na fórmula de previsão.

Verifica-se que para o valor típico de $k = -1.5$ o valor previsto na Nova Information Management School, cumpre o limite estabelecido de 0.1 mm/s. Para o valor excecional de $k = -1.5$, o valor previsto na Nova Information Management School, não cumpre o limite estabelecido de 0.1 mm/s, para garantir $L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A).

Recomenda-se assim monitorização contínua simultânea em PMC_V-EC-01 e PMC_V-EC-03 (neste ponto, com medição paralela de ruído), durante o tempo necessário para estabelecer, de forma segura, o fator de k mais adequado, entre a vibração em PMC_V-EC-01 e PMC_V-EC-03, para poder passar a monitorizar continuamente só em PMC_V-EC-01, e poder deduzir com maior garantia de realidade, o valor previsto em PMC_V-EC-03, que garante $L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A), na Escola.

Se, no período diurno, os valores em PMC_V-EC-01 cumprirem os limites de danos cosméticos que forem justificadamente definidos para PMC_V-EC-01, e o limite de 0.1 mm/s na Escola [ou outro valor que a monitorização simultânea revele e fundamentado adequado para $L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A), na Escola) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k = -0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, não será necessária monitorização direta em mais nenhum local na envolvente do Estaleiro Central, para além de PMC_V-EC-01.

Se, no período diurno, os valores em PMC_V-EC-01 cumprirem os limites de danos cosméticos que forem justificadamente definidos para PMC_V-EC-01, e o limite adequado para PMC_V-EC-

⁵ https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/research-innovation/118131/transit-noise-and-vibration-impact-assessment-manual-fta-report-no-0123_0.pdf.

03, mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1.1 mm/s, com o k mais conservador ($k=0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e precedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta, pelo menos trimestral, pelo menos no edifício onde se prevê valor superior a 1.1 mm/s.

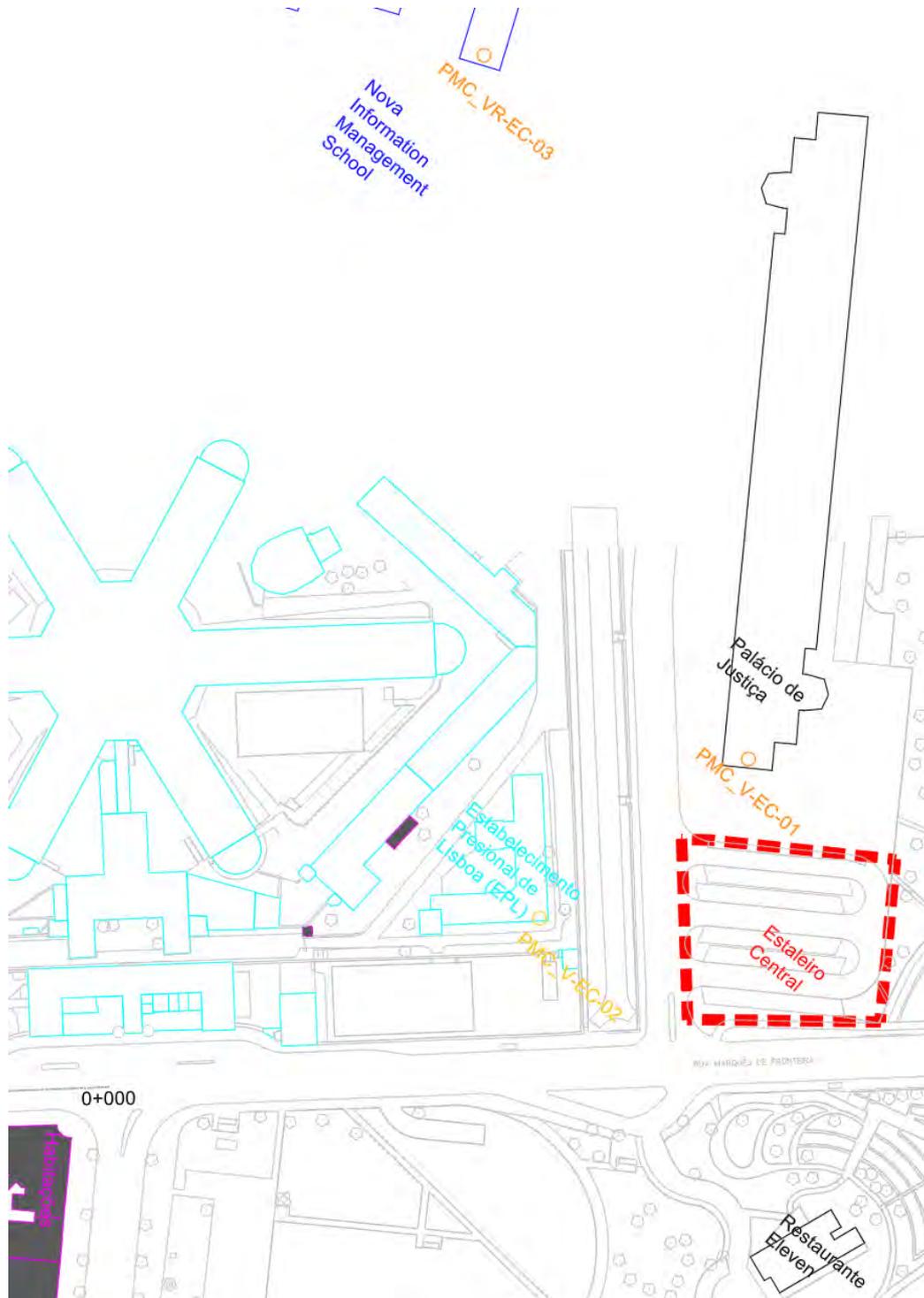


Figura 1: Localização do Estaleiro Central (EC) e envolvente, e identificação do ponto de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) e vibração e ruído (PMC_VR) propostos

Quadro 3: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro Central no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta		v_{ref} [$d_{ref}=25$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
						$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-EC-01 Palácio de Justiça (Ref.)	X	X	-	25	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EC-02 EPL	-	-	⊗ Contínua e trimestral	37	1,1	0,611	0,804
Restaurante Eleven PMC_V	-	-	⊗ Contínua e trimestral	54	1,1	0,337	0,585
Palácio Mendonça PMC_V	-	-	⊗ Contínua e trimestral	74	1,1	0,216	0,462
Habitacões mais próximas PMC_V	-	-	⊗ Contínua e trimestral	179	1,1	0,057	0,228
PMC_VR-EC-03 Nova Information Management School *	X	X	-	222	1,1	0,042	0,2

* No caso da escola recomenda-se medição simultânea, no interior, da vibração (vibrómetro) e do ruído (sonómetro) em sala de aula ou similar potencialmente mais exposta, razão do símbolo PMC_VR.

3.3.2 Estaleiro ECA

Na Figura 2 apresenta-se a localização dos Estaleiros da Estação Campolide/Amoreiras (ECA), norte (ECA-N) e sul (ECA-S) e dos Pontos de Monitorização, PMC_V-ECA-N-01 a PMC_V-ECA-N-03 e PMC_V-ECA-S-01 a PMC_V-ECA-S-03, propostos, localizados no interior dos edifícios mais próximos dos Estaleiros, onde será necessário controlar, no período diurno, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassem 1.1 mm/s, nos Recetores Sensíveis ART, ou os limites de danos cosméticos no caso dos edifícios bancários, ou no caso da Escola (Externato) 0.1 mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)].

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, associados às frentes de construção de túnel A2.2 e A4.1 (ver capítulo “3.3.10 Frentes de Túnel”).

No Quadro 4 (ECA-N) e Quadro 5 (ECA-S) apresenta-se a identificação do ponto e edifícios localizados na envolvente dos Estaleiros ECA e a sua distância aos Estaleiros, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor no ponto de referência (mais próximo; Santander), que

cumprir, para k mais conservador ($k=-0.8$) 1.1 mm/s na habitação mais próxima e 0.1 mm/s na escola (Externato do Parque).

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s, no ECA-N e 3,6 mm/s no ECA-S) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1.1 mm/s nas habitações e equiparáveis, e 0,1 mm/s na Escola, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente dos Estaleiros, para além dos indicados.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s, no ECA-N e 3,6 mm/s no ECA-S), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1,1 mm/s, ou 0,1 mm/s na Escola, com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral, e/ou passar a existir monitorização direta trimestral em pontos com monitorização indireta (previsão com base em medição em outros pontos), pelo menos nos edifícios onde se prevê valor superior a 1.1 mm/s ou na Escola se superior a 0,1 mm/s (no caso especial da Escola poderá justificar-se passar a monitorização contínua, vibração e ruído no interior, pelo menos durante algum tempo, de forma semelhante ao estabelecido no Estaleiro Central para a Nova Information Management School).

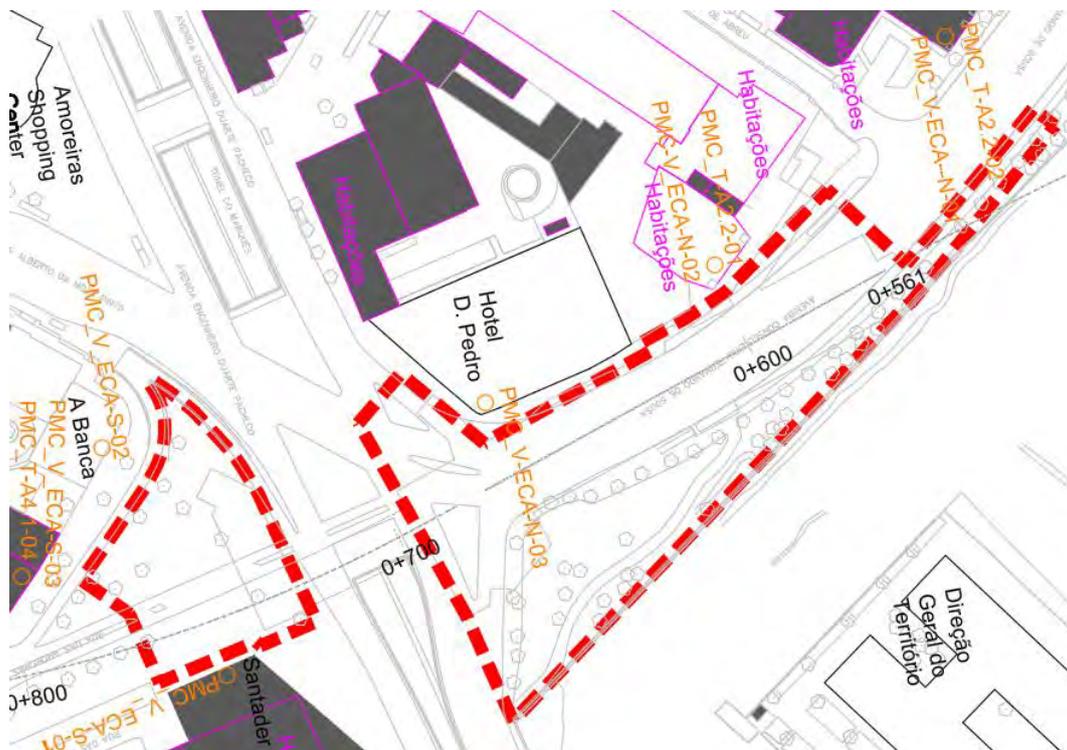


Figura 2: Localização dos Estaleiros ECA, norte (ECA-N) e sul (ECA-S) e envolvente, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) propostos

Quadro 4: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro ECA-N no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=3$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-ECA-N-03 Hotel D. Pedro (Ref.)	X	X	-	3	1,1	1,1	1,1
PMC_V-ECA-N-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	3	1,1	1,1	1,1
PMC_V-ECA-N-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	25	1,1	0,046	0,202
DGT PMC_V	-	-	⊗ Contínua e trimestral	50	1,1	0,016	0,116
Externato do Parque PMC_VR	-	-	⊗ Contínua e trimestral	65	1,1	0,011	0,1

Quadro 5: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro ECA-S no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=3$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-ECA-S-01 Santander (Ref.)	X	X	-	3	3,6	3,6	3,6
PMC_V-ECA-S-02 A Banca	-	X	⊗ Contínua	11	3,6	0,513	1,273
PMC_V-ECA-S-03 Habitações	-	X	⊗ Contínua	14	3,6	0,357	1,1
Amoreiras Shopping Center PMC_V	-	-	⊗ Contínua e trimestral	70	3,6	0,032	0,290

3.3.3 Estaleiro PV211

Na Figura 3 apresenta-se a localização do Estaleiros do Poço de Ventilação PV211 e dos Pontos de Monitorização PMC_V-PV211-01 a PMC_V-PV211-04, propostos, localizados no interior de edifícios próximos do Estaleiro (o mais próximo edifício da EPAL; procurar compatibilização com Fator Património), onde será necessário controlar, no período diurno, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassam 1.1 mm/s.

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, e outros, associados às frentes de construção de túnel A4.1 (ver capítulo “3.3.10 Frentes de Túnel”).

No Quadro 6 apresenta-se a identificação dos pontos e edifícios localizados na envolvente do Estaleiro PV211 e a sua distância ao Estaleiro, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 3.2 mm/s no ponto de referência (mais próximo; EPAL), para dois valores de k ($k=-1.5$ e $k=-0.8$) na fórmula de previsão.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 3,2 mm/s no edifício da EPAL) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente do Estaleiro, para além dos indicados.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 3,2 mm/s no edifício da EPAL), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios (habitações) ultrapassar 1.1 mm/s, com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessário equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral, e/ou passar a existir monitorização direta trimestral em pontos com monitorização indireta (previsão com base em medição em outros pontos), pelo menos nos edifícios onde se prevê valor superior a 1.1 mm/s.



Figura 3: Localização dos Estaleiros PV211 e envolvente, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) propostos

Quadro 6: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro PV211 no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=3$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-PV211-01 EPAL (Ref.)	X	X	-	3	3,2	3,2	3,2
PMC_V-PV211-03 Habitações	-	X	⊗ Contínua	12	3,2	0,4	1,1
PMC_V-PV211-02 Habitações	-	-	⊗ Contínua e trimestral	14	3,2	0,317	0,9

3.3.4 Estaleiro ECO

Na Figura 4 apresenta-se a localização dos Estaleiros da Estação Campo de Ourique (ECO), este (ECO-E), oeste (ECO-O) e central (ECO-C), dos Pontos de Monitorização, PMC_V-ECO-E-01 a PMC_V-ECO-E-03, PMC_V-ECO-O-01 a PMC_O-ECA-S-02, propostos, localizados no interior dos edifícios mais próximo dos Estaleiros, onde será necessário controlar, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassam, no período diurno, 1,1 mm/s, nas habitações e equiparáveis, nem 0,1 mm/s nas escolas, hospitais e similares [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)].

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, associados às frentes de construção de túnel A2.2 e A4.1 (ver capítulo “3.3.10 Frentes de Túnel”).

No Quadro 7 (ECO-C) Quadro 8 (ECO-E) e Quadro 9 (ECO-O) apresenta-se a identificação do ponto e edifícios localizados na envolvente dos Estaleiros ECO e a sua distância aos Estaleiros, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 1,1 mm/s no ponto de referência (mais próximo), para dois valores de k ($k=-1.5$ e $k=-0.8$) na fórmula de previsão.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1,1 mm/s, nas habitações, e 0,1 mm/s nas escolas, hospitais e similares, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente dos Estaleiros, para além dos indicados

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1,1 mm/s, nas habitações ou equiparáveis, e 0,1 mm/s nas escolas, hospitais e similares, com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral, e/ou passar a existir monitorização direta trimestral em pontos com monitorização

indireta (previsão com base em medição em outros pontos), pelo menos nos edifícios onde se prevê valor superior a 1.1 mm/s.

NO caso especial da Escola do Serviço de Saúde Militar e do Instituto António Feliciano de Castilho poderá justificar-se passar a monitorização contínua, vibração e ruído no interior, pelo menos durante algum tempo, de forma semelhante ao estabelecido no Estaleiro Central para a Nova Information Management School.



Figura 4: Localização dos Estaleiros ECO-C, ECO-E e ECO-O e envoltório, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) propostos

Quadro 7: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envoltório do Estaleiro ECO-C no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=3$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-ECO-C-02 Habitações (Ref.)	X	X	-	3	1,1	1,1	1,1
PMC_V-ECO-C-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	3	1,1	0,318	0,568

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta		v_{ref} [$d_{ref}=3$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
						$k=-1.5$	$k=-0.8$
Escola do Serviço de Saúde Militar PMC VR	-	-	⊗ Contínua e trimestral	89	1,1	0,024	0,1

Quadro 8: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro ECO-E no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta		v_{ref} [$d_{ref}=2$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
						$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC V-ECO-E-01 Habitações (Ref.)	X	X	-	2	1,1	1,1	1,1
PMC V-ECO-E-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	2	1,1	1,1	1,1

Quadro 9: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro ECO-O no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta		v_{ref} [$d_{ref}=7$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
						$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC V-ECO-O-02 Habitações (Ref.)	X	X	-	7	1,1	1,1	1,1
PMC V-ECO-S-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	7	1,1	1,1	1,1

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta		v_{ref} [$d_{ref}=7$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
						$k=-1.5$	$k=-0.8$
Instituto António Feliciano de Castilho PMC_VR	-	-	⊗ Contínua e trimestral	122	1,1	0,015	0,1

3.3.5 Estaleiro PV215

Na Figura 5 apresenta-se a localização do Estaleiro do Poço de Ventilação PV215 e dos Pontos de Monitorização PMC_V-PV215-01 a PMC_VR-PV215-05, propostos, localizados no interior de edifícios próximos do Estaleiro (o mais próximo edifício de referência Escola Ressano Garcia), onde será necessário controlar, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que, no período diurno, os valores não ultrapassam 1.1 mm/s, mas habitações, 0.1 mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] nas escolas, hospitais e similares.

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, e outros, associados às frentes de construção de túnel A6.1 e A6.4 (ver capítulo "3.3.10 Frentes de Túnel").

No Quadro 10 apresenta-se a identificação dos pontos e edifícios localizados na envolvente do Estaleiro e a sua distância ao Estaleiro, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 0.1 mm/s no ponto de referência (mais próximo; Escola Ressano Garcia), para dois valores de k ($k=-1.5$ e $k=-0.8$) na fórmula de previsão.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 0,1 mm/s; $L_{Aeq} \leq 37$ dB(A); Escola Ressano Garcia) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, nas habitações e 0.1 mm/s [$L_{Aeq} \leq 37$ dB(A)] nas escolas, hospitais e similares, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente do Estaleiro, para além dos indicados

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 0,1 mm/s; $L_{Aeq} \leq 37$ dB(A); Escola Ressano Garcia), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1.1 mm/s, nas habitações, ou 0.1 mm/s das escolas, hospitais e similares, com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral.



Figura 5: Localização do Estaleiro PV215 e envolvente, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) e vibração e ruído (PMC_VR) propostos

Quadro 10: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro PV215 no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=1$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_VR-PV215-05 Escola Ressano Garcia (Ref.)*	X	X	-	1	0,1	0,1	0,1
PMC_V-PV215-04 Habitações (Ref.)	X	X	-	1	0,1	0,1	0,1
PMC_V-PV215-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	2	0,1	0,035	0,057
PMC_V-PV215-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	4	0,1	0,013	0,033

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta		v_{ref} [$d_{ref}=1$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
						$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_VR-PV215-03 USF*	X	X	-	21	0,1	0,001	0,009

* No caso da Escola e da USF recomenda-se medição simultânea, no interior, da vibração (vibrómetro) e do ruído (sonómetro) respetivamente, em sala de aula ou sala de consulta, ou similar potencialmente mais exposta e/ou com maior exigência, razão do símbolo PMC_VR.

3.3.6 Estaleiro EIS

Na Figura 6 apresenta-se a localização dos Estaleiros da Estação Infante Santo (EIS), norte (EIS-N), sul (EIS-S) e central (EIS-C), dos Pontos de Monitorização, PMC_V-ECO-E-01 a PMC_V-ECO-E-03, PMC_V-ECO-O-01 a PMC_O-ECA-S-02, propostos, localizados no interior dos edifícios mais próximo dos Estaleiros, onde será necessário controlar, no período diurno, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassam 1.1 mm/s, nas habitações e equiparáveis, 0.1 mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] nas escolas, hospitais e similares, e os limites de danos cosméticos em outros edifícios.

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, e outros, associados às frentes de construção de túnel A6.4 e A8.1 (ver capítulo "3.3.10 Frentes de Túnel").

No Quadro 11 (EIS-N), Quadro 12 (EIS-S) e Quadro 13 (EIS-C) apresenta-se a identificação do ponto e edifícios localizados na envolvente dos Estaleiros e a sua distância aos Estaleiros, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 1.1 mm/s no ponto de referência (mais próximo), para dois valores de k ($k=-1.5$ e $k=-0.8$) na fórmula de previsão.

Se os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente do Estaleiro Central, para além dos indicados

Se os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1.1 mm/s, nas habitações e equiparáveis, ou 0.1 mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral.

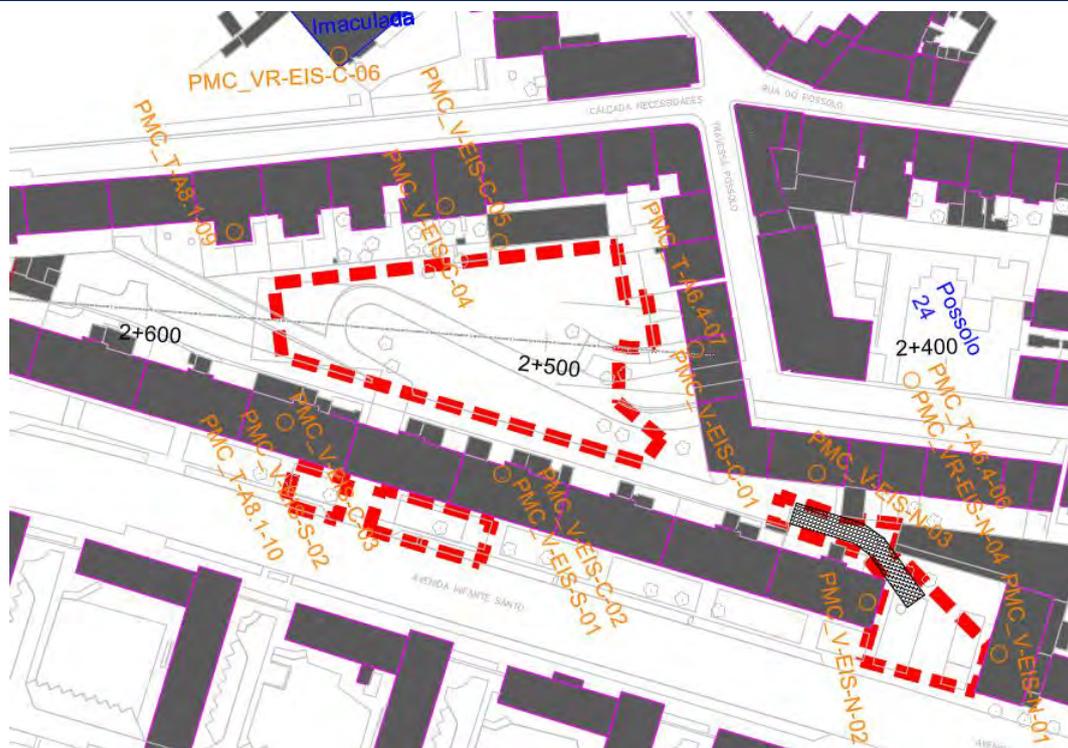


Figura 6: Localização dos Estaleiros EIS, norte (EIS-N), sul (EIS-S) e central (EIS.C) e envolvente, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) e vibração e ruído (PMC_VR) propostos

Quadro 11: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro EIS-N no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=2$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^{(k)}$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-EIS-N-01 Habitações (Ref.)	X	X	-	2	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EIS-N-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	2	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EIS-N-03 Habitações	-	X	⊗ Contínua	6	1,1	0,212	0,457
PMC_VR-EIS-N-04 Possolo 24*	X	X	-	35	1,1	0,015	0,1

* No caso do Possolo 24 (informação de equiparação a hospital) recomenda-se medição simultânea, no interior, da vibração (vibrómetro) e do ruído (sonómetro) em enfermaria ou sala

de consulta, ou sala de cirurgia, ou similar potencialmente mais exposta e/ou com maiores exigências, razão do símbolo PMC_VR.

Quadro 12: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro EIS-S no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=2$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-EIS-S-01 Habitações (Ref.)	X	X	-	2	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EIS-E-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	2	1,1	1,1	1,1

Quadro 13: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro EIS-C no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=3$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-EIS-C-05 anexo Habitações (Ref.)	X	X	-	3	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EIS-C-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	8	1,1	0,253	0,502
PMC_V-EIS-C-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	8	1,1	0,253	0,502
PMC_V-EIS-C-03 Habitações	-	X	⊗ Contínua	8	1,1	0,253	0,502
PMC_V-EIS-C-04 Habitações	-	X	⊗ Contínua	11	1,1	0,157	0,389
PMC_VR-EIS-C-06 Instituto Imaculada*	X	X	-	52	1,1	0,015	0,1

* No caso do Instituto da Imaculada para Pessoa com Necessidades Especiais (informação de equiparação a escola) recomenda-se medição simultânea, no interior, da vibração (vibrómetro) e do ruído (sonómetro) em sala de aula, ou similar potencialmente mais exposta e/ou com maiores exigências, razão do símbolo PMC_VR.

3.3.7 Estaleiros BAL e VDT

Na Figura 7 apresenta-se a localização dos Estaleiros da zona do Baluarte (BAL), zona do viaduto (VDT), da Estação Alcântara (EAL) e da Obra Especial OE6 (OE6), dos Ponto de Monitorização, PMC_V-BAL-E-01 a PMC_V-BAL-E-03, PMC_V-BAL (na estrutura do baluarte), PMC_V-BAL-O-01 a PMC_V-BAL-O-03, PMC_V-VDT-E-01 a PMC_V-VDT-E-02 e PMC_V-VDT-O-01 a PMC_V-VDT-O-03 propostos, localizados no interior dos edifícios mais próximo dos Estaleiros e frentes, onde será necessário controlar, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassem 1.1 mm/s, nas habitações ou equiparáveis.

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, e outros, associados às frentes de construção de túnel A8.1 (ver capítulo “3.3.10 Frentes de Túnel”).

No Quadro 14 (BAL-E) Quadro 15 (BAL-O) Quadro 16 (VDT-E) e Quadro 17 (VDT-O) apresenta-se a identificação do ponto e edifícios localizados na envolvente dos Estaleiros e frentes a sua distância aos Estaleiros ou frentes, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 1.1 mm/s na habitação mais próxima, para dois valores de k ($k=-1.5$ e $k=-0.8$) na fórmula de previsão.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente dos Estaleiros, para além dos indicados

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1.1 mm/s, com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral, e/ou passar a existir monitorização direta trimestral em pontos relevantes sem monitorização, pelo menos nos edifícios onde se prevê valor superior a 1.1 mm/s.



Figura 7: Localização dos Estaleiros BAL-E, BAL-O, VDT-E e VDT-O e envolvente, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) propostos

Quadro 14: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro BAL-E no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=1$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-BAL-E-03 Habitações (Ref.)	X	X	-	1	1,1	1,1	1,1
PMC_V-BAL Baluarte*	X	X	-	0,5	1,1	3	1,915
PMC_V-BAL-E-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	5	1,1	0,098	0,304
PMC_V-BAL-E-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	1		1,1	1,1

* Valores de 3 mm/s, valor máximo de pico, podem ser adequados para proteção do Baluarte (ver NP 2074, BS 5228-2 e documento "Arne P. Johnson; W. Robert Hannen – *Vibration Limits for Historic Buildings and Art Collections*. Journal of Preservation Technology, 2015"⁶).

Quadro 15: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro BAL-O, no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=1$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref}\times(d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-BAL-O-02 Habitações (Ref.)	X	X	-	1	1,1	1,1	1,1
PMC_V-BAL Baluarte	X	X	-	0,5	1,1	3	1,915
PMC_V-BAL-O-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	2	1,1	0,389	0,632
PMC_V-BAL-O-03 Habitações	-	X	⊗ Contínua	5	1,1	0,098	0,304

* Valores de 3 mm/s, valor máximo de pico, podem ser adequados para proteção do Baluarte (ver NP 2074, BS 5228-2 e documento "Arne P. Johnson; W. Robert Hannen – *Vibration Limits for Historic Buildings and Art Collections*. Journal of Preservation Technology, 2015"⁶).

⁶ https://www.apti.org/assets/docs/Johnson-HannenHiRes_SampleArt_46.2-3.pdf.

Quadro 16: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro VDT-E, no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em PMC_V-EC-01 ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=12$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-VDT-E-02 Habitações (Ref.)	X	X	-	12	1,1	1,1	1,1
PMC_V-VDT-E-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	25	1,1	0,366	0,611

Quadro 17: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro VDT-O, no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em PMC_V-EC-01 ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=34$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-VDT-O-03 Habitações	-	X	⊗ Contínua	34	1,1	1,1	1,1
PMC_V-VDT-O-01 Habitações	X	X	-	51	1,1	0,599	0,795
PMC_V-VDT-O-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	53	1,1	0,565	0,771

3.3.8 Estaleiro EAL e frente OE6

Na Figura 8 apresenta-se a localização dos Estaleiros e frentes da Estação de Alcântara (EAL) e Obra Especial OE6 (OE6), dos Pontos de Monitorização, PMC_V-EAL-01 a PMC_V-EAL-04 e PMC_V-OE6-01 a PMC_VR-OE6-03, propostos, localizados no interior dos edifícios mais próximo dos Estaleiros e frentes, onde será necessário controlar, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassem 1.1 mm/s, nas habitações ou equiparáveis, e 0.1 mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] nas escolas, hospitais e similares.

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, e outros, associados às frentes de construção de túnel A10.2 (ver capítulo "3.3.10 Frentes de Túnel").

No Quadro 18 (EAL) e Quadro 19 (OE6) apresenta-se a identificação do ponto e edifícios localizados na envolvente dos Estaleiros e frentes e a sua distância aos Estaleiros ou frente, e a previsão da vibração nesses edifícios para um valor de 1.1 mm/s, ou 0,1 mm/s, respetivamente na habitação ou escola, hospital e similar mais próximos e mais condicionantes, para dois valores de k ($k=1.5$ e $k=0.8$) na fórmula de previsão.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s, para habitação e 0.1 mm/s para escolas, hospitais e similares) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, nas habitações e 0.1 mm/s nas escolas, hospitais e similares, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente do Estaleiro e frentes, para além dos indicados

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 1,1 mm/s ou 0,1 mm/s), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1.1 mm/s, para habitação, ou 0.1 mm/s para escolas, hospitais e similares, com o k mais conservador ($k=0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e procedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral, e/ou passar a existir monitorização direta trimestral em pontos relevantes sem monitorização, pelo menos nos edifícios onde se prevê valor superior ao limite aplicável (em princípio 1.1 mm/s ou 0.1 mm/s).



Figura 8: Localização dos Estaleiros EAL e frentes EAL e OE6 e envoltivo, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) e vibração e ruído (PMC_VR) propostos

Quadro 18: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro EAL no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					V_{ref} [$d_{ref}=2$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-EAL-01 Habitações (Ref.)	-	X	⊗ Contínua	2	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EAL-02 Habitações (Ref.)	X	X	-	2	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EAL-03 Habitações (Ref.)	X	X	-	2	1,1	1,1	1,1
PMC_V-EAL-04 Habitações	-	X	⊗ Contínua	4	1,1	0,389	0,632

Quadro 19: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente da frente OE6 no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					V_{ref} [$d_{ref}=9$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC_V-OE6-02 Habitações (Ref.)	X	X	-	9	0,5	0,5	0,5
PMC_V-OE6-01 Habitações	-	X	⊗ Contínua	14	0,5	0,258	0,351
PMC_VR-OE6-03 Casa Acolhimento Infantil	X	X	-	47	0,5	0,04	0,1

3.3.9 Estaleiro PV217

Na Figura 9 apresenta-se a localização do Estaleiros do Poço de Ventilação PV217 e dos Pontos de Monitorização PMC_V-PV217-01 a PMC_VR-PV217-05, propostos, localizados no interior ou junto de edifícios/estruturas próximos do Estaleiro (o mais próximo, pila da Ponte 25 de Abril), onde será necessário controlar, no período diurno, através de monitorização contínua e/ou trimestral, e/ou de forma indireta, que os valores não ultrapassem 1.1 mm/s, nas habitações e equiparáveis, 0.1 mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] nas escolas, hospitais e similares, e o limite de danos cosméticos em outros edifícios e estruturas.

São também identificados alguns pontos com potencial de coincidência espacial, e outros, associados às frentes de construção de túnel A10.2 (ver capítulo “3.3.10 Frentes de Túnel”).

No Quadro 20 apresenta-se a identificação dos pontos e edifícios/estruturas localizados na envolvente do Estaleiro PV217 e a sua distância ao Estaleiro, e a previsão da vibração nesses edifícios/estruturas para um valor de 0.3 mm/s no ponto de referência (mais próximo; pilar da ponte 25 de abril), para dois valores de k ($k=-1.5$ e $k=-0.8$) na fórmula de previsão, o que faz cumprir o limites de 1.1 mm/s e 0.1 mm/s em todos os casos aplicáveis.

Se, no período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 0,3 mm/s) e os valores previstos em todos os outros edifícios, com o k mais conservador ($k=-0.8$), cumprirem 1.1 mm/s, nas habitações, e 0.1 mm/s, nas escolas hospitais e similares, não será necessária monitorização direta contínua, ou direta trimestral, em mais nenhum local na envolvente do Estaleiro Central, para além dos indicados

Se. No período diurno, os valores nos pontos de referência (Ref.) cumprirem os limites de danos cosméticos e de incomodidade que forem justificadamente definidos (à partida 0,3 mm/s), mas os valores previstos em algum dos outros edifícios ultrapassar 1.1 mm/s, nas habitações, ou 0.1 mm/s nas escolas, hospitais e similares, com o k mais conservador ($k=-0.8$), ou por outra razão fundamentada (e.g. queixas fundamentadas e precedentes) será necessária equacionar passar a existir monitorização direta contínua, em pontos com monitorização direta trimestral, e/ou passar a existir monitorização direta trimestral em pontos com monitorização indireta (previsão com base em medição em outros pontos), pelo menos nos edifícios onde se prevê valor superior a 1.1 mm/s (habitação) ou 0.1mm/s (escolas, hospitais e similares).



Figura 9: Localização do Estaleiro PV217 e envolvente, e identificação dos pontos de monitorização na fase de construção, vibração (PMC_V) e vibração e ruído (PMC_VR) propostos

Quadro 20: Tipo de monitorização recomendada e velocidades de vibração previstas na envolvente do Estaleiro PV217 no período diurno

Ponto Edifício	Monitorização (equacionar revisão se o valor medido em Ref. ultrapassar limite definido)			Distância ao Estaleiro d [m]	Velocidade de vibração [mm/s]		
					v_{ref} [$d_{ref}=33$]	Velocidade de vibração prevista [$v=v_{ref} \times (d/d_{ref})^k$]	
	Direta Contínua	Direta Trimestral	Indireta com base na Direta			$k=-1.5$	$k=-0.8$
PMC V- PV217-01 Pilar da Ponte 25 de Abril (Ref.)	X	X	-	33	0,3	0,3	0,3
PMC V- PV217-02 Habitações	-	X	⊗ Contínua	75	0,3	0,088	0,156
PMC VR- PV217-03 Casa de Acolhimento Infantil	-	X	⊗ Contínua	91	0,3	0,066	0,1
PMC VR- PV217-04 Escola Raúl Lino	-	X	⊗ Contínua	110	0,3	0,049	0,1
PMC VR- PV217-05 Instituto Agronomia	-	-	⊗ Contínua e trimestral	233	0,3	0,016	0,1

3.3.10 Frentes de Túnel

Para as frentes de túnel, considera-se seguro assumir (a aferir e, se necessário, corrigir, com base nos resultados da monitorização) que antes de 50 m de distância da frente de túnel aos edifícios, os valores de ruído re-radiado no interior são inferiores a $L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A).

Sempre que se preveja e meça $L_{Aeq,interior} > 37$ dB(A) (contínuo), ou $L_{Aeq,interior} > 42$ dB(A) (intermitente), no período de funcionamento sensível de Escolas, Hospitais e similares (em princípio período diurno) e/ou no período do entardecer e/ou noturno de habitações ou equiparáveis, terão de ser definidas medidas de redução de vibração (ruído re-radiado) que façam cumprir os limites considerados adequados, e/ou equacionar – em última análise e esgotadas as medidas viáveis e a articulação com a sensibilidade dos visados – a implementação de medidas compensatórias adequadas.

Para controlo dos valores efetivamente ocorridos, e aferição/correção da adequação da distância de 50 m, deverão ser instalados os Pontos de Monitorização Contínua PMC_T [monitorização de vibração e ruído re-radiado (de notar que no período diurno, em habitações apenas há limites de vibração)] que se explicitam em seguida, que se encontram a menos de 50 m de distância da frente de túnel, devendo manter-se em monitorização enquanto os valores obtidos forem úteis para o controlo dos valores ocorrentes nesse ponto (se abaixo dos limites estabelecidos, começar a

equacionara remoção) e /ou úteis para dedução da vibração em outros pontos onde não exista monitorização (tipicamente serão necessárias medições simultâneas em pelo menos dois pontos, a distâncias diferentes da frente de túnel, para poder deduzir a vibração em outros pontos a diferentes distâncias).

3.3.10.1 Frente A2.2

A Frente A2.2 corresponde à construção de túnel entre o km 0+000 e o km 0+561, com ataque pela Estação ECA.

No Quadro 21 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A2.2, e o cronograma previsto de ativação desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 10.

Quadro 21: Pontos de monitorização contínua (frente A2.2) e cronograma previsto de ativação desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	18	PMC_T-A2.2-01 PMC_T-A2.2-02	-
50 m de PMC_T-A2.2-03	1+3	18+3	PMC_T-A2.2-03 PMC_T-A2.2-04	PMC_T-A2.2-01 PMC_T-A2.2-02
50 m de PMC_T-A2.2-04	1+4	18+4	PMC_T-A2.2-04 PMC_T-A2.2-05	PMC_T-A2.2-03

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.

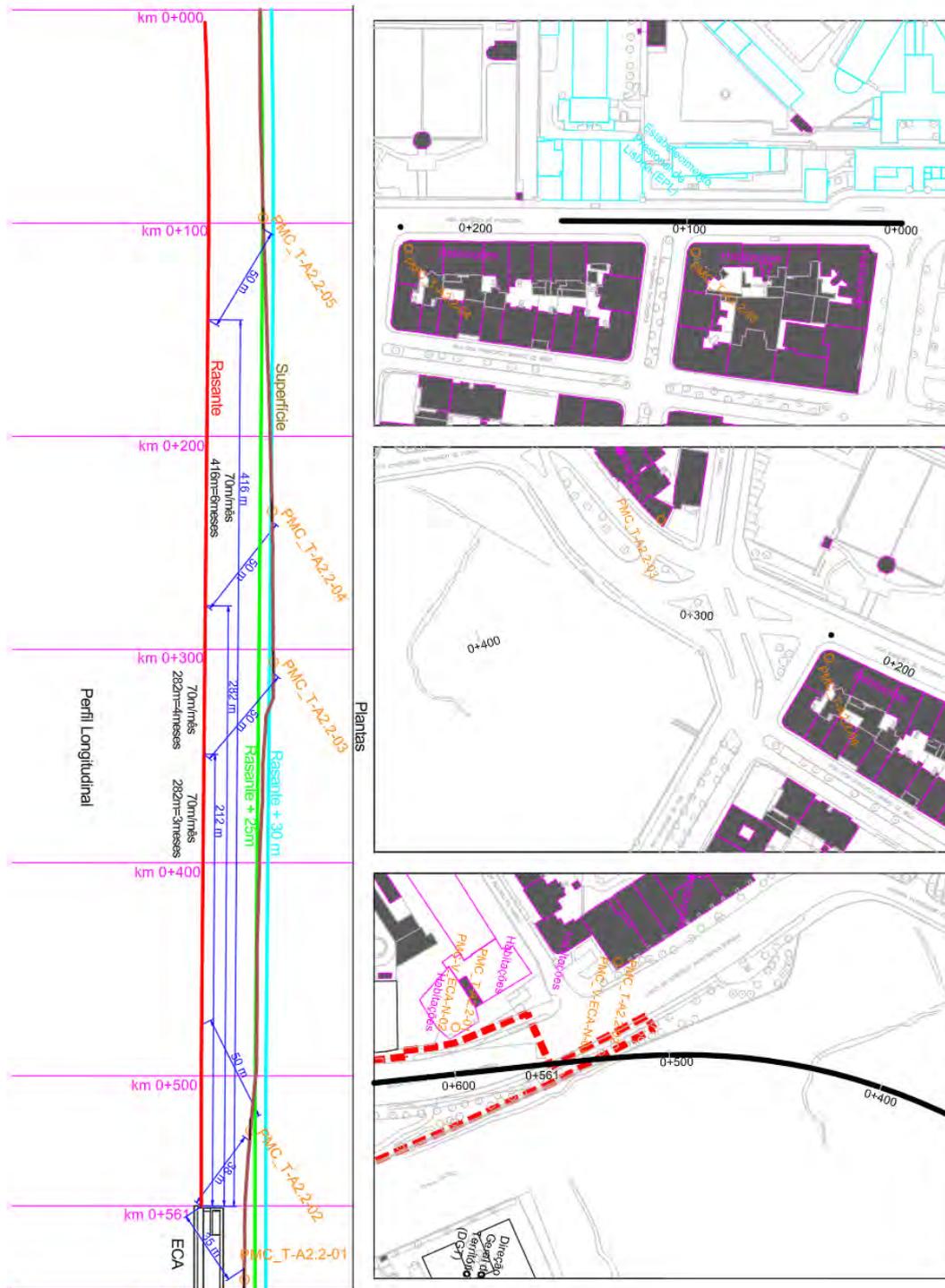


Figura 10: Perfil longitudinal e Plantas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A2.2

3.3.10.2 Frente A4.1

A Frente A4.1 corresponde à construção de túnel entre o km 0+752 e o km 0+991, com ataque pelo Poço de Ventilação PV211.

No Quadro 22 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A4.1, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 11.

Quadro 22: Pontos de monitorização contínua (frente A4.1) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início do túnel de ligação PV211	-3	11	PMC_T-A4.1-01 PMC_T-A4.1-02	
Início da Frente	1	14	PMC_T-A4.1-02 PMC_T-A4.1-03	PMC_T-A4.1-01
50 m de PMC_T-A4.1-03	1+3	14+1	PMC_T-A4.1-03 PMC_T-A4.1-04	PMC_T-A2.2-02
50 m de PMC_T-A4.1-04	1+4	14+2	PMC_T-A4.1-04 PMC_T-A4.1-05	PMC_T-A2.2-03

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.



Figura 11: Perfil longitudinal e Planis, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A4.1

3.3.10.3 Frente A4.3

A Frente A4.3 corresponde à construção de túnel entre o km 1+008 e o km 1+608, com ataque pelo Poço de Ventilação PV211.

No Quadro 23 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A4.3, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 12.

Quadro 23: Pontos de monitorização contínua (frente A4.3) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	17	PMC_T-A4.3-01 PMC_T-A4.3-02	
50 m de PMC_T-A4.3-03	1+1.5	17+1.5	PMC_T-A4.3-03 PMC_T-A4.3-04	PMC_T-A4.3-01 PMC_T-A4.3-02
50 m de PMC_T-A4.3-05	1+5	17+5	PMC_T-A4.3-05 PMC_T-A4.3-06	PMC_T-A4.3-03 PMC_T-A4.3-04
50 m de PMC_T-A4.3-07	1+8	17+8	PMC_T-A4.3-06 PMC_T-A4.3-07	PMC_T-A4.3-05

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.

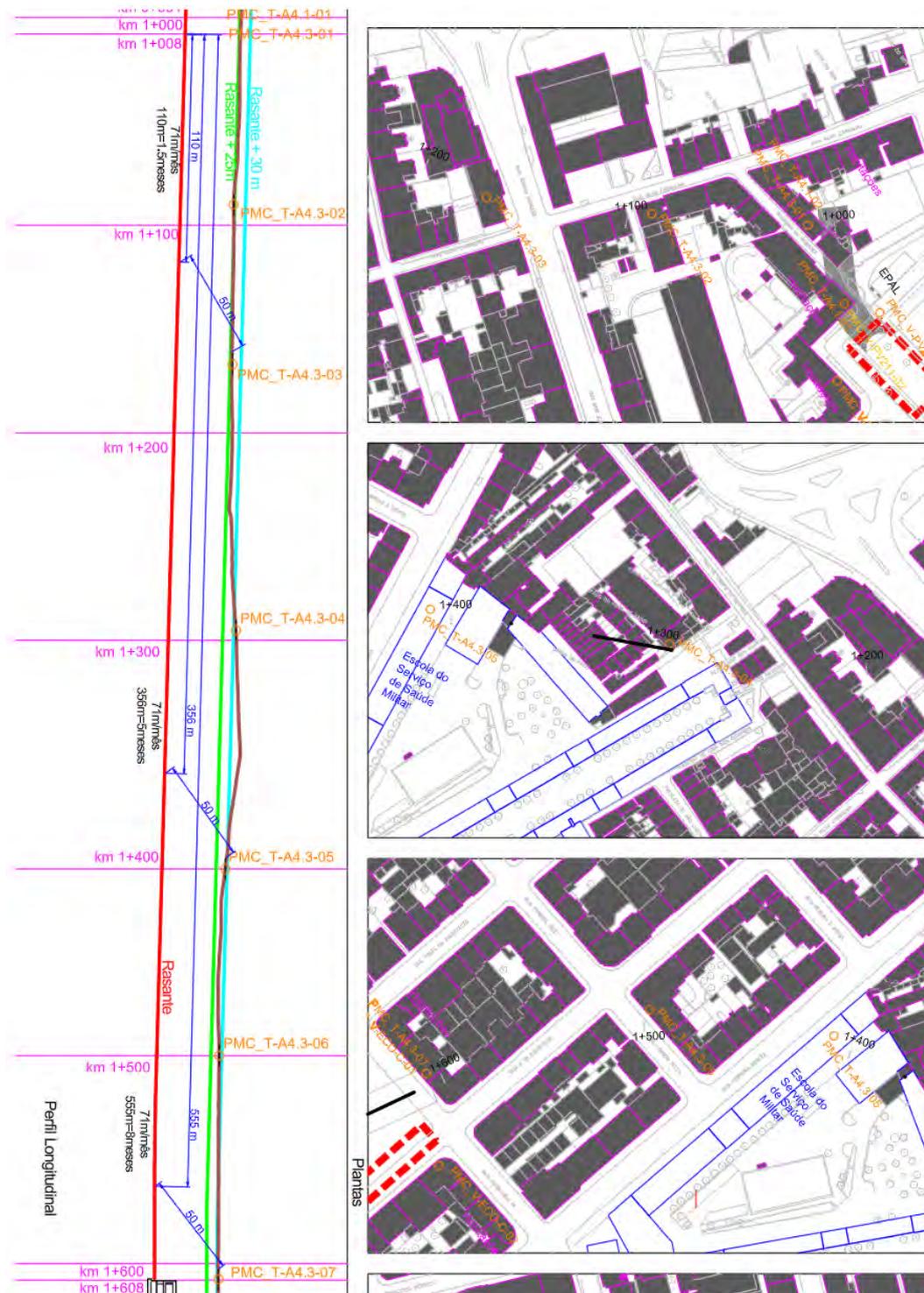


Figura 12: Perfil longitudinal e Planas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A4.3

3.3.10.4 Frente A6.1 e OE3

A Frente A6.1 corresponde à construção de túnel entre o km 1+727 e o km 2+089, com ataque pelo Poço de Ventilação PV215. A OE3 corresponde a construção de túnel da via de resguardo.

No Quadro 23 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A6.1, e no Quadro 25 associados à frentes OE3, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 13.

Quadro 24: Pontos de monitorização contínua (frente A6.1) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	13	PMC_T-A6.1-01 PMC_T-A6.1-02	
50 m de PMC_T-A6.1-03	1+2	13+2	PMC_T-A6.1-03 PMC_T-A6.1-04	PMC_T-A6.1-01 PMC_T-A6.1-02
50 m de PMC_T-A6.1-05	1+5	13+5	PMC_T-A6.1-04 PMC_T-A6.1-05	PMC_T-A6.1-03

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.

Quadro 25: Pontos de monitorização contínua (frente OE3) e cronograma previsto de ativação desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	19	PMC_T-OE3-01 (equivalente PMC_T-A6.1-03) PMC_T-OE3-02 (equivalente PMC_T-A6.1-02)	

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.



Figura 13: Perfil longitudinal e Plantas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A6.1 e OE3

3.3.10.5 Frente A6.4

A Frente A6.4 corresponde à construção de túnel entre o km 2+107 e o km 2+463, com ataque pelo Poço de Ventilação PV215.

No Quadro 26 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A6.4, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 14.

Quadro 26: Pontos de monitorização contínua (frente A6.4) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	11	PMC_T-A6.4-01 PMC_T-A6.4-02	
50 m de PMC_T-A6.4-03	1+1	11+1	PMC_T-A6.4-03 PMC_T-A6.4-04	PMC_T-A6.4-01 PMC_T-A6.4-02
50 m de PMC_T-A6.4-05	1+2	11+2	PMC_T-A6.4-05 PMC_T-A6.4-06	PMC_T-A6.4-03 PMC_T-A6.4-04
50 m de PMC_T-A6.4-07	1+4	11+4	PMC_T-A6.4-06 PMC_T-A6.4-07	PMC_T-A6.4-05

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.



Figura 14: Perfil longitudinal e Plantas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A6.4

3.3.10.6 Frente A8.1 e OE4

A Frente A8.1 corresponde à construção de túnel entre o km 2+573 e o km 3+235, com ataque pela trincheira na zona do Baluarte. A OE3 corresponde a construção de túnel da via de resguardo.

No Quadro 27 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A8.1, e no Quadro 28 associados à frente OE4, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 15.

De destacar o caso do ponto PMC_T-A8.1-02, localizado no Palácio das Necessidades (ID1DIA), que deverá ser compatibilizado e acrescido em termos de proteção patrimonial com outros elementos. Os 50 metros de antecedência definidos, em termos de proteção de ruído re-radiado são usualmente suficientes, por segurança, para proteção de danos cosméticos no património, mas será necessário o devido controlo e direcionamento da análise durante a monitorização.

Quadro 27: Pontos de monitorização contínua (frente A8.1) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	10	PMC_T-A8.1-01 PMC_T-A8.1-02	
50 m de PMC_T-A8.1-03	1+2	10+2	PMC_T-A8.1-03 PMC_T-A8.1-04	PMC_T-A8.1-01 PMC_T-A8.1-02
50 m de PMC_T-A8.1-05	1+5	10+5	PMC_T-A8.1-05 PMC_T-A8.1-06	PMC_T-A8.1-03 PMC_T-A8.1-04
50 m de PMC_T-A8.1-07	1+8	10+8	PMC_T-A8.1-07 PMC_T-A8.1-08	PMC_T-A8.1-05 PMC_T-A8.1-06
50 m de PMC_T-A8.1-09	1+11	10+11	PMC_T-A8.1-09 PMC_T-A8.1-10	PMC_T-A8.1-07 PMC_T-A8.1-08

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.

Quadro 28: Pontos de monitorização contínua (frente OE4) e cronograma previsto de ativação desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	20	PMC_T-OE4-01 (equivalente PMC_T-A8.1-07) PMC_T-OE4-02 (equivalente PMC_T-A8.1-06)	
50 m de PMC_T-OE4-03	1+1,5	20+1.5	PMC_T-OE4-02 (equivalente PMC_T-A8.1-06) PMC_T-OE4-03 (equivalente PMC_T-A8.1-05)	PMC_T-OE4-01

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.



Figura 15: Perfil longitudinal e Plantas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A8.1 e OE4

3.3.10.7 Frente A10.2

A Frente A10.2 corresponde à construção de túnel entre o km 3+683 e o km 3+800, com ataque pelo Poço de Ventilação PV217 (OE7).

No Quadro 29 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A10.2, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 16.

Quadro 29: Pontos de monitorização contínua (frente A10.2) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	19		
50 m de PMC_T-A10.2-02	1+4	19+4	PMC_T-A10.2-01 PMC_T-A10.2-02	
50 m de PMC_T-A2.2-03	1+4.5	19+4.5	PMC_T-A10.2-03 PMC_T-A10.2-04	PMC_T-A10.2-01 PMC_T-A10.2-02

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.



Figura 16: Perfil longitudinal e Plantas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados às frentes de túnel A10.2

3.3.10.8 Frente A10.4

A Frente A10.4 corresponde à construção de túnel entre o km 3+900 e o km 4+097, com ataque pelo Poço de Ventilação PV217 (OE7).

No Quadro 30 apresenta-se a identificação dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente A10.4, e o cronograma previsto de ativação/desativação de pontos, tendo por base as distâncias/meses contabilizados na Figura 17.

Quadro 30: Pontos de monitorização contínua (frente A10.4) e cronograma previsto de ativação/desativação de pontos

Descrição do momento	Mês associado ao momento relativamente ao Início da Frente (previsão a ser aferida)	Mês associado ao momento relativamente ao Início global da obra (previsão a ser aferida)	Pontos a ativar (a ser aferido em função dos resultados)*	Pontos a equacionar/desativar (a ser aferido em função dos resultados)**
Início da Frente	1	14		
60 m de PMC_T-A10.4-01	1+6.5	14+6.5	PMC_T-A10.4-01	

* Se as medições revelarem que os 50 metros estabelecidos neste estudo são inadequados, equacionar instalar antes ou depois dos 50 metros, de acordo com o eventual novo valor que justificadamente for estabelecido.

** Se as medições ainda revelarem valores úteis no ponto de monitorização, equacionar a sua não desativação.

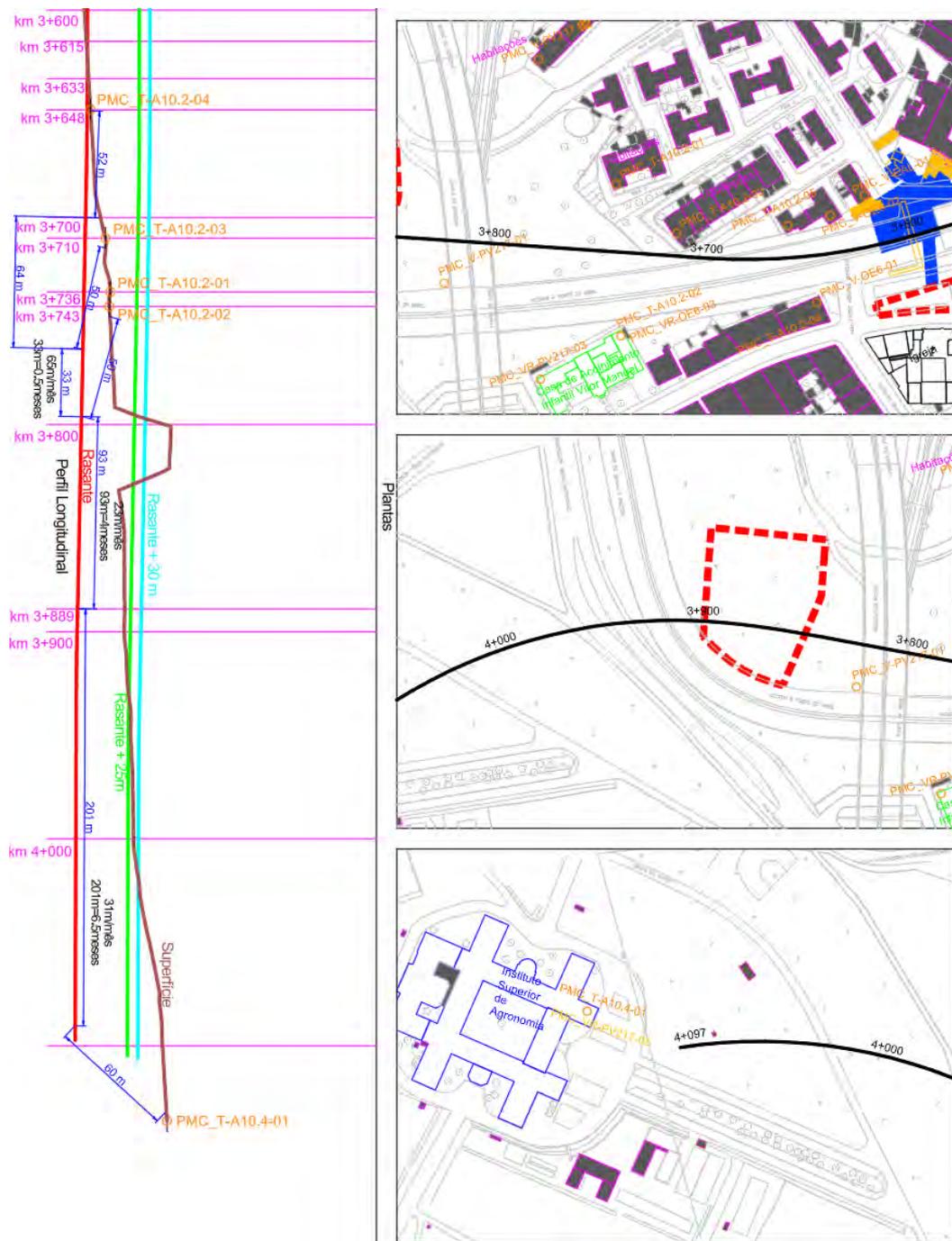


Figura 17: Perfil longitudinal e Plantas, com localização dos Pontos de Monitorização Contínua associados à frente de túnel A10.4

4 REAVALIAÇÃO DE IMPACTES

No Relatório Síntese do EIA, disponível em:

<https://participa.pt/contents/consultationdocument/LVSSA%20EIA%20RS%20MD%20002%20A.pdf>

consta o seguinte, em termos de impacte e considerado mais relevante, no seu capítulo “7.14.1.3.2 Avaliação de Impactes das Vibrações na Fase de Construção”:

“A tipologia de máquinas e equipamentos de construção utilizada em obras desta natureza pode gerar velocidades de vibração com algum significado (ver Tabela 131). Deste modo, é previsível a ocorrência de impactes negativos, devido à emissão de vibrações, constituindo estes, no entanto, situações pontuais (no espaço e no tempo) dependentes da calendarização da obra.

...

Da análise da tabela anterior verifica-se que podem ocorrer impactes na fase de construção em função dos equipamentos selecionados em fase de obra e da distância aos recetores, sendo que nos recetores mais próximos os valores poderão ser superiores aos limiares admissíveis.

Em termos da eventual incomodidade induzida nas populações, considera-se que os impactes negativos são decorrentes de ações temporárias, localizadas, reversíveis e de magnitude média, devendo ser acautelada à partida uma seleção de equipamentos de menor geração de vibrações, que permita a minimização dos impactes.

A adoção de programa de monitorização, em função da frente de obra e sempre que as atividades construtivas ocorram a distâncias inferiores a 25 m de recetores sensíveis em edifícios representativos da zona ou com particular sensibilidade (ex: Património Classificado), permitirá uma permanente vigilância e avaliação dos níveis de vibração. Recetores sensíveis situados a distâncias superiores poderão ser selecionados caso não existam recetores a maior proximidade ou exista algum caso de particular sensibilidade. Consideram-se suscetíveis de ocorrer situações de eventual impacte na fase de construção as seguintes zonas onde existem recetores com ocupação sensível (indicados graficamente a azul na Figura 163), mais próximos de obras à superfície e poços de ataque:

- *Entre cerca do PK 0+500 e cerca do PK 0+800;*
- *Entre cerca do PK 0+950 e cerca do PK 1+000;*
- *Entre cerca do PK 1+550 e cerca do PK 1+800;*
- *Entre cerca do PK 1+550 e cerca do PK 1+800;*
- *Entre cerca do pk 2+080 e cerca do pk 2+140;*
- *Entre cerca do pk 2+400 e cerca do pk 2+600;*
- *Entre cerca do pk 2+950 e cerca do pk 3+700.*

...”

Os locais analisados nos subcapítulos anteriores [Estaleiro Central: cerca de 170 m antes do km 0+000; Estaleiros ECA: km 0+500 a km 0+800; Estaleiro PV211: km 0+950 a km 1+000; Estaleiros ECO: km 1+550 a km 1+800; Estaleiro PV215: km 2+080 a km 2+140; Estaleiros EIS: km 2+400 a km 2+600; Estaleiros BAL, VDT e EAL: km 3+200 a km 3+700; Estaleiro PV217: km 3+860; Frentes de Túnel: todo o traçado em túnel, com particular destaque para pontos ao km 0+100, km 0+225, km 0+300, km 0+550, km 0+600, km 0+800, km 0+850, km 0+950, km 1+000, km 1+100, km 1+150, km 1+300, km 1+400, km 1+500, km 1+600, km 1+750, km 1+800, km 1+900, km 2+000, km 2+100, km 2+150, km 2+200, km 2+250, km 2+350, km

2+400, km 2+450, km 2+600, km 2+650, km 2+700, km 2+750, km 2+850, km 2+950, km 3+050, km 3+150, km 3+200, km 3+650, km 3+700, km 3+750, km 4+097) cumprem e ultrapassam, pela informação disponível, a indicação do EIA.

A previsão genérica dos trabalhos à superfície se cingirem ao período diurno, e na perspetiva da legislação de ruído (DL 9/2007; RGR) para Atividades Ruidosas Temporárias (ART; inexistência de limites objetivos para o período diurno), estendida ao Fator Vibração, com semelhante boa prática, considera-se a ocorrência de:

- **Impactes Negativos Pouco Significativos em todas as situações,**

desde que sejam cumpridas as restrições para redução ao mínimo possível da exposição à vibração, e ruído estrutural no interior de escolas, hospitais se similares, no período diurno, e de ruído estrutural em habitações e equiparáveis no período do entardecer e noturno (no caso exclusivo de atividades no subsolo), cumprindo pelo menos, de acordo com a informação atual (a afinar na fase de construção com base nos resultados das medições) 1.1 mm/s nas habitações ou equiparáveis (período diurno), 0.1mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] nas escolas, hospitais e similares, 0.1mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)] nas habitações e equiparáveis, no período do entardecer e noturno (exclusivamente para atividades no subsolo) e os limites de danos cosméticos em outros edifícios e estruturas.

Se a emissão vibrátil no período diurno for superior ao assumido neste estudo, com as restrições necessárias indicadas em cada caso, poderão ocorrer Impactes Negativos Significativos.

Para que isso não aconteça foi definido pelo menos um (em vários casos mais do que um) ponto de monitorização contínua que permitirá aferir que os limites de emissão vibrátil, no período diurno no geral, e no período do entardecer e noturno, exclusivamente nas atividades no subsolo, estão a ser cumpridos

Se ocorrer extensão das atividades à superfície ao período do entardecer e/ou noturno será necessário aumentar as restrições e/ou definir medidas de redução de vibração e/ou ruído re-radiado em conformidade, para que ocorra cumprimento dos limites de boa prática, no período do entardecer e noturno, em todos os Recetores com sensibilidade à vibração e/ou ao ruído re-radiado nesses períodos e para que possa ocorrer Impactes Negativos Pouco Significativos.

5 MEDIDAS

5.1 Medidas previstas no EIA

Transcreve-se o contante no capítulo “10.14.1.2 Fase de Construção” do Relatório Síntese do EIA, disponível em:

<https://participa.pt/contents/consultationdocument/LVSSA%20EIA%20RS%20MD%20002%20A.pdf>

“A localização das zonas que sofrerão impactes negativos na fase de construção poderá ser alterada, com inclusão de outros locais ou eliminação de alguns dos indicados, com o conhecimento (i) do(s) tipo(s) de atividade(s)/operação(ões) de construção que estiverem a decorrer em simultâneo, (ii) da localização da frente de obra e (iii) a distância da frente de obra aos recetores com utilização sensível, nomeadamente dos locais com utilização escolar, hospitalar e habitacional.

Recomenda-se que as operações de construção, sobretudo as que possam gerar incómodo, tenham lugar apenas no período diurno.

A implantação de equipamentos no interior de estaleiros deverá ser selecionada, com vista ao seu afastamento dos locais com utilização sensível.

Para além das medidas referidas anteriormente deverão ser tomadas as seguintes medidas complementares, tendo em conta que não será admissível a ocorrência de níveis de vibração superiores a 1,10 mm/s:

MM.VB.01 – Informação às populações: Os habitantes e os utilizadores de instalações situadas dentro de uma faixa de proximidade ao limite do traçado da via, de cerca de 100 m, deverão ser informados sobre a ocorrência das operações de construção. A informação deverá incluir a hora de início das obras, o seu regime de funcionamento e a sua duração. Em particular, deverá especificar as operações passíveis de criar incómodo através da transmissão de vibrações bem como o início e o final previstos. Deverá, ainda, incluir informação sobre o projeto e os seus objetivos.

MM.VB.02 – Limitações temporais nas operações: As operações de construção, em especial as que geram maiores estímulos vibráteis ($v_{ef} > 0,28$ mm/s), que se desenrolem na proximidade (que pode ser entendida como até 60 m de distância) de casas de habitação, escolas, igrejas e hospitais deverão, tanto quanto possível, ter lugar, apenas na vigência do período diurno, conforme definido no DL 9/2007.

MM.VB.03 – Localização de equipamentos vibráteis: Em zonas de estaleiros, a implantação de equipamentos que possam gerar estímulos vibráteis, deverá ser, na medida do exequível, afastado de usos sensíveis.

MM.VB.04 – Controlo e redução de vibrações: Os equipamentos de implantação fixa, mesmo os de uso provisório, deverão ser separados elasticamente do solo através de bases de inércia ou outros sistemas de desacoplamento anti vibrátil adequadamente dimensionadas de acordo com as características da fonte vibrátil.”

5.2 Complementação das medidas previstas no EIA

5.2.1 Antes do início da construção

Dado o tipo de obra e a potencial afetação devido à vibração e ruído re-radiado associado, recomenda-se, de forma complementar ao estabelecido no EIA, e de forma concreta tendo em conta os desenvolvimentos específicos do presente estudo:

- **MM.VB.05a:** Planear a obra para que as operações à superfície se cinjam ao período diurno e para que sejam cumpridas as restrições indicativas (a aferir ao longo da construção através dos resultados da monitorização) de valor eficaz de vibração v_{ef} nos pontos de referência (Ref.; assumiu-se distribuição uniforme da energia vibrátil pelas áreas de estaleiro e frentes de obra) no período diurno, explicitadas nos capítulos anteriores e que se resumem aqui:
 - **Estaleiro Central:** PMC_V-EC-01 Palácio de Justiça: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s [PMC_VR-EC-03 Nova Information Management School $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
 - **Estaleiros ECA-N:** PMC_V-ECA-N-03 Hotel D. Pedro: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s [Externato do Parque: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
 - **Estaleiros ECA-S:** PMC_V-ECA-S-01 Santander: $v_{ef} \leq 3.6$ mm/s [PMC_V-ECA-S-03. Habitação mais próxima: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s].
 - **Estaleiro PV211:** PMC_V-PV211-01 EPAL: $v_{ef} \leq 3.2$ mm/s [PMC_V-PV211-03 habitação mais próxima: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s].
 - **Estaleiro ECO-C:** PMC_V-ECO-C-02 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s [Escola do Serviço de Saúde Militar: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
 - **Estaleiro ECO-E:** PMC_V-ECO-E-02 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s.

- Estaleiro ECO-O: PMC_V-ECO-O-02 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s [Instituto António Feliciano de Castilho: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
- Estaleiro PV215: PMC_VR-PV215-05 Escola Ressano Garcia: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)); [PMC_V-PV215-04 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s]; [PMC_VR-PV215-03 USF: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
- Estaleiro EIS-N: PMC_V-EIS-N-01 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s; [PMC_VR-EIS-N-04 Possolo 24: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
- Estaleiro EIS-S: PMC_V-EIS-S-01 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s.
- Estaleiro EIS-C: PMC_V-EIS-C-05 anexo de habitação $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s; [PMC_V-EIS-C-01 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s]; [PMC_VR-EIS-C-06 Instituto Imaculada: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
- Estaleiro BAL-E: PMC_V-BAL-E-03 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s; PMC_V-BAL Baluarte $v_{pico} \leq 3$ mm/s.
- Estaleiro BAL-O: PMC_V-BAL-E-02 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s; PMC_V-BAL Baluarte $v_{pico} \leq 3$ mm/s.
- Estaleiro VDT-E: PMC_V-VDT-E-02 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s.
- Estaleiro VDT-O: PMC_V-VDT-E-03 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s.
- Estaleiro EAL: PMC_V-EAL-01 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s.
- Frente OE6: PMC_V-OE6-02 Habitações: $v_{ef} \leq 0.5$ mm/s [PMC_VR-OE6-03 Casa Acolhimento Infantil: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
- Estaleiro PV217: PMC_V-PV217-01 pilar da Ponte 25 de Abril $v_{ef} \leq 0.3$ mm/s; [PMC_V-PV217-02 Habitações: $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s]; [PMC_VR-PV217-03 Casa de Acolhimento Infantil: $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s ($L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A))].
- **MM.VB.06a**:- Reunir com eventuais Associações de Moradores, Direções de Escolas, Hospitais e Similares, e outros Recetores especialmente sensíveis à vibração e/ou ao ruído re-radiado da atividade construtiva e/ou com os Responsáveis dos edifícios onde o Plano de Monitorização de vibração prevê instalação de sistema de monitorização contínua no interior:
 - iniciar uma via de comunicação rápida, eficaz e duradoura para manter ao longo de toda a fase de construção.
 - Fornecer forma de contacto direto e facilitado com Responsável da obra para poder comunicar algum eventual problema associado à vibração e/ou ao ruído re-radiado.
 - Conhecer a localização específica, relativamente à obra, dos tipos de uso interior mais sensíveis: Habitações (DL 96/2008: quartos e zonas de estar); Escolas (DL 96/2008: Salas de aula, incluindo salas de aula musical, de professores, administrativas, Bibliotecas e gabinetes médicos, Salas polivalentes e berçários), Hospitais e similares (DL 96/2008: Blocos operatórios, gabinetes médicos, salas de consulta ou exame, enfermarias, salas de tratamento, administrativas e de convívio).
 - Questionar e registar os horários mais e menos sensíveis à vibração e/ou ao ruído re-radiado, para que a obra possa ser gerida de forma que as atividades mais vibráteis e/ou mais próximas dos espaços sensíveis possam ocorrer em horários menos sensíveis.
 - Informar sobre o Plano de obra previsto.
 - Informar que a obra será gerida para reduzir ao mínimo possível a perturbação associada à vibração e/ou ao ruído re-radiado, sendo cumpridos e controlados os valores limites aplicáveis.
 - Nos casos aplicáveis verificar a autorização de instalação de sistema de monitorização contínua de vibração e/ou de vibração e ruído no interior.

- Informar que a evolução da obra e a vibração e/ou ruído re-radiado efetivamente apercebido, registado no sistema de monitorização de vibração/ruído, em cada fase, irá ser gerido no sentido de poder antecipar a exposição à vibração e ao ruído re-radiado nas fases seguintes, e a definir, se necessário e de forma antecipada, medidas concretas que obviem a exposição a velocidade de vibração e níveis sonoros acima dos limites estabelecidos.
- Informar que, caso a gestão de vibração da obra preveja que, em determinada fase, os limites aplicáveis não possam de todo ser cumpridos – por razões de segurança ou outras razões ponderosas– haverá lugar a uma medida compensatória, com vista à possibilidade de deslocação das pessoas afetadas, durante o período de afetação, para outro local – por exemplo Hotel, no caso das habitações – ou a equação de outras medidas viáveis em articulação com os visados.
- Obter e transmitir toda a informação julgada relevante para a melhor gestão possível da vibração e do ruído re-radiado durante a fase de obra.
- **MM.VB.07a:** Com base na informação mais detalhada do cronograma de obra e com incidência nos primeiros 6 meses de obra (para maior foco e pormenorização, e menor probabilidade de alterações do cronograma que obriguem a revisão):
 - estudar com o maior rigor possível as previsões de vibração e de ruído re-radiado nas zonas em que se prevê maior probabilidade de afetação, em termos vibração e de ruído re-radiado. Ter em atenção as previsões, restrições e medidas já explicitadas nos capítulos anteriores deste estudo.
 - efetuar uma definição rigorosa de medidas de redução de vibração e de ruído re-radiado (ver indicações seguintes sobre medidas tipicamente viáveis e eficazes em obra) caso se preveja a possibilidade de ultrapassagem dos valores limite definidos. Indicar quais os casos e períodos em que se prevê não existirem medidas eficazes de redução de vibração e/ou ruído re-radiado – devidamente justificados e reduzidos ao mínimo possível – onde será necessário estabelecer medida compensatória (MC; **MC.VB.01**) de deslocação das pessoas afetadas para outro local – por exemplo Hotel, no caso das habitações.
 - definir medições de controlo da eficácia das medidas implementadas e/ou de obtenção de resultados com vista à otimização e/ou retificação das medidas definidas, com vista ao cumprimento específico dos limites estabelecidos e com vista à obtenção de informação relevante para uma definição mais rigorosa e eficaz de medidas para outros casos, tendo em conta os pontos já definidos no presente Estudo e a informação obtida ao longo da monitorização.
- **MM.VB.08a/MC.VB.01:** Em último caso e se esgotadas todas as medidas tecnológicas e outras viáveis, e se preveja a ocorrência fundamentada de valores acima dos limites estabelecidos, equacionar a implementação de medida compensatória de deslocação das pessoas afetadas para outro local.
- **MM.VB.09a:** Emitir Relatório Técnico a enviar à Autoridade de AIA, contendo:
 - os resultados das reuniões com as Associações de Moradores, Direções de Escolas, Hospitais e Similares, e outros Recetores especialmente sensíveis à vibração e ao ruído re-radiado da atividade construtiva, e/ou com os Responsáveis dos edifícios onde o Plano de Monitorização prevê instalação de sistema de monitorização contínua de vibração e/ou de ruído interior.
 - O estudo mais detalhado das previsões de vibração e de ruído re-radiado e definição de medidas (específicas e tecnológicas e compensatórias) e o plano de controlo.

5.2.2 Durante Fase de Construção

- **MM.VB.05b a MM.VB.09b** – Rever/renovar a cada 6 meses, e sempre que alterações do cronograma, resultados de controlo, ou outra informação o justifiquem:
 - **MM.VB.05b:** Replanear a obra para que as operações à superfície se cinjam ao período diurno e para que sejam cumpridas as restrições necessárias ao cumprimento dos requisitos de boa prática estabelecidos.
 - **MM.VB.06b:** Novas reuniões com as Associações de Moradores, Direções de Escolas, Hospitais e Similares, e outros Recetores especialmente sensíveis à vibração e ao ruído re-radiado da atividade construtiva, e/ou com os Responsáveis dos edifícios onde o Plano de Monitorização prevê instalação de sistema de monitorização contínua de vibração e/ou ruído re-radiado interior, tentando perceber a sensibilidade associada aos valores de ruído que têm efetivamente ocorrido.
 - **MM.VB.07b:** Efetuar revisão:
 - dos estudos mais detalhados das previsões de vibração e de ruído re-radiado e de definição de medidas (específicas e tecnológicas e compensatórias), as medidas efetivamente implementadas, os resultados do controlo efetuado e o novo plano de controlo.
 - da emissão de Relatórios Técnicos a enviar à Autoridade de AIA.

5.3 Indicação de medidas típicas

As atividades tipicamente mais impactantes em obra, em termos de vibração e de ruído re-radiado, e as medidas tipicamente mais viáveis e eficazes, e que se indicam como prováveis de constar concretamente nos estudos detalhados de vibração e ruído re-radiado a desenvolver de 6 em 6 meses (**MM.VB.07**), em função dos resultados já obtidos e previsões detalhadas para os 6 meses seguintes, são:

- Ajuste do tipo de equipamento e do tipo de potência mecânica/elétrica, e/ou da frequência de vibração, em função da proximidade e tipo de estrutura (danos cosméticos: estrutura sensível, corrente ou reforçada) e da proximidade, tipo de recetor e período do dia (noturno, maiores restrições), de forma que sejam cumpridos os limites estabelecidos. A informação obtida através de um sistema de monitorização eficaz (tipicamente uma conjugação de monitorização por amostragem e monitorização contínua nos casos mais críticos) é usualmente crucial para um efetivo cumprimento, ao longo da fase de construção, dos limites de vibração e de ruído re-radiado estabelecidos. Dada a operação 24h sobre 24h da atividade construtiva de perfuração dos túneis, por razões de segurança, com maior potencial de perturbação das habitações, e de outros edifícios na superfície, faz com que os ajustes necessários para cumprimento dos limites, e/ou estabelecimento de medidas complementares ou compensatórias, tenha tipicamente maior relevância/incidência neste tipo de atividade (perfuração dos túneis, e atividades construtivas, no subsolo, associadas).

6 PLANO DE MONITORIZAÇÃO DA FASE DE CONSTRUÇÃO

6.1 Generalidades

De forma genérica atentar ao seguinte:

- As periodicidades e tipologias (monitorização direta, indireta; monitorização contínuo e/ou trimestral; monitorização só vibração ou monitorização vibração e ruído re-radiado) referidas em seguida deverão ser ajustadas em função dos resultados e informação obtidos ao longo da monitorização, e direcionar-se para os períodos, fases e pontos com maior probabilidade de afetação acústica (vibração e ruído re-radiado), tendo também em conta o seguinte:
 - Caso a emissão vibrátil seja significativamente superior ao previsto e ocorra incumprimento dos limites de boa prática estabelecidos, deverá ser equacionada a implementação de Medidas de Minimização de Vibração e a revisão do plano de monitorização incluindo a realização de novas campanhas após a concretização das medidas.
 - Caso ocorram modificações significativas das características de emissão, propagação ou receção vibrátil, da tipologia dos edifícios ou dos requisitos legais, deverá ser revisto o plano de monitorização, pelo menos em alguns pontos.
 - Caso ocorra manutenção continuada da emissão vibrátil, poderá ser equacionada uma periodicidade mais alargada ou mesmo a desnecessidade de novas campanhas, pelo menos em alguns pontos.
 - Caso existam reclamações devido à vibração ou ao ruído re-radiado associado às operações de construção – diretas e indiretas (e.g. tráfego de acesso) – deverão ser efetuadas medições junto aos Recetores reclamantes, nas condições que deram azo à queixa, e equacionar a revisão do Plano de Monitorização em conformidade.
 - Os pontos definidos deverão ser substituídos (caso se verifique ser mais pertinente outro ponto), acrescidos (caso se verifique a necessidade de mais pontos) ou eliminados (caso se demonstra a sua irrelevância), em função dos resultados obtidos ou outra informação que fundamente tal decisão.

De notar que é necessário confirmar o efetivo uso, e/ou equiparação, aos Recetores Sensíveis para Atividade Ruidosa Temporária (ART), pelo menos nos casos identificados no Quadro 31 (não sendo deverá equacionar-se não monitorização, pelo menos em termos de ruído re-radiado, ou vice-versa):
- A tipologia de monitorização referida (direta/indireta, contínua/trimestral; só vibração ou vibração e ruído interior) deverá ser revista ao longo da monitorização e, se julgado adequado e justificado, transitar num sentido (direta→indireta; contínua→trimestral; vibração e ruído interior→só vibração) ou no outro (indireta→direta; trimestral→contínua; só vibração→vibração e ruído interior) caso os resultados, ou outra informação, o justifiquem (por exemplo a eventual extensão das atividades à superfície ao período do entardecer e/ou noturno).

A obtenção dos parâmetros que vão ser referidos em seguida, deverá ser efetuada mediante os seguintes equipamentos principais:

- Vibrómetro, devidamente verificado em laboratório de referência, e/ou mediante os equipamentos complementares necessários ao cabal cumprimento do estabelecido na normalização e guias aplicáveis, nomeadamente:
 - NP 2074.
 - BS 5228-2.
 - União Internacional do Caminho de Ferro, 2017.
 - Critérios LNEC.
 - ISO14837-1.
 - ISO/TS14837-31.
- Para monitorização contínua, é aceitável a utilização:
 - Vibração: de Vibrómetros adequados (capacidade de medição da tipologia de parâmetros, bandas de frequência, etc., associados aos limites estabelecidos) calibrados de 3 em 3 meses por comparação “lado-a-lado” com Vibrómetro devidamente verificado em laboratório de referência, para valores da ordem de grandeza dos limites que se pretendem observar.
 - Ruído: Sonómetros de Classe 1, não homologados, mas calibrados de 3 em 3 meses por comparação “lado-a-lado” com Sonómetro integrador de Classe 1, de modelo aprovado pelo Instituto Português da Qualidade e objeto de verificação periódica em laboratório acreditado para o efeito.
 - Os sistemas de monitorização contínua devem possuir sistema de tratamento automático de dados e de envio de alertas em tempo quase real, via email e/ou SMS, ou similar, para os responsáveis que forem definidos. Recomenda-se pelo menos os seguintes níveis de alerta:
 - Vibração:
 - Valores eficazes (16Hz-250Hz):
 - alerta amarelo: 0.03 mm/s
 - alerta vermelho: 0.1 mm/s.
 - Valores eficazes (1Hz-80Hz):
 - Alerta verde: 0.1 mm/s.
 - Aleta amarelo: 0.28 mm/s
 - Alerta vermelho: 1.1 mm/s.
 - Valores de pico (2Hz-500Hz):
 - Alerta amarelo: 1.5 mm/s.
 - Alerta vermelho: 3 mm/s.
 - Ruído re-radiado ($L_{Aeq,interior}$):
 - Aleta verde: 27 dB(A)
 - Aleta amarelo: 32 dB(A).
 - Alerta vermelho 1: 37 dB(A)-
 - Alerta vermelho 2: 42 dB(A)-

De referir os seguintes documentos que poderão servir de base aos questionários a elaborar à população:

- NP 4476 – *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos. 2008* (ISO/TS 15666: 2003).
- Annex D (*Questionnaire response scale*): International Standard Organization – ISO/TS 14837–31: Mechanical vibration — Ground-borne noise and vibration arising from rail systems — Part 31: Guideline on field measurements for the evaluation of human exposure in buildings. 2017.
- Maclachlan, Laura; Waye, Kerstin Persson; Pedersen, Eja – Exploring Perception of Vibrations from Rail: An Interview Study. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017
- Ögren, Mikael; et. al. – *Comparison of Annoyance from Railway Noise and Railway Vibration*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017.

O programa de medições e os períodos de amostragens, em cada campanha, e outros aspetos, deverão ser os suficientes ao cumprimento inequívoco do estabelecido na normalização e legislação aplicáveis.

Os resultados das medições de vibração e de ruído re-radiado *in situ* deverão ser analisados no sentido do cumprimento ou incumprimento dos requisitos estabelecidos, ou seja:

- 24h:
 - Danos cosméticos:
 - Todos os edifícios e estruturas: Ver NP 2074, BS 5228–2 e documento “Arne P. Johnson; W. Robert Hannen – *Vibration Limits for Historic Buildings and Art Collections*. Journal of Preservation Technology, 2015⁷”).
 - $v_{pico} \leq 3$ mm/s tipicamente suficiente.
- Período diurno:
 - Incomodidade humana:
 - Escolas, hospitais e similares:
 - $v_{ef} \leq 0.1$ mm/s [$L_{Aeq,interior} \leq 37$ dB(A)].
 - Habitações e equiparáveis:
 - $v_{ef} \leq 1.1$ mm/s (indicação da DIA, como base na BS 5228–2; de notar que a BS 5229–2 permite, desde que muito pontual, excepcional e devidamente informado, valores superiores, dentro dos limites dos danos cosméticos).
- Período do entardecer e/ou noturno:
 - Atividade construtiva à superfície:
 - Habitações:
 - $v_{ef} \leq 0.28$ mm/s (indicação da DIA; admite-se cumprimento na fachada dos limites de ruído ambiente (ver Estudo de Ruído).
 - Eventuais escolas, hospitais e similares com atividade sensível nestes períodos:

⁷ https://www.apti.org/assets/docs/Johnson-HannenHiRes_SampleArt_46.2-3.pdf.

- $v_{ef} \leq 0.1 \text{ mm/s}$ [$L_{Aeq,interior} \leq 37 \text{ dB(A)}$].
 - Atividade no subsolo (menor relação entre o ruído ambiente na fachada dos edifícios e o ruído apercebido, re-radiado, no interior):
 - Habitação, e eventuais escolas, hospitais e similares com atividade sensível nestes períodos:
 - $v_{ef} \leq 0.1 \text{ mm/s}$ [$L_{Aeq,interior} \leq 37 \text{ dB(A)}$].
- Eventuais equipamentos extremamente sensíveis às vibrações que possam ser identificados (questionar nas reuniões com a vizinhança da obra):
 - Analisar caso a caso, tendo em conta a BS 5228-2 e o facto de tipicamente garantir manutenção dos valores de vibração de referência – sem a atividade construtiva – ser suficiente para não interferência.

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

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, preferencialmente com especialização em Engenharia Acústica da Ordem dos Engenheiros ou similar.

Deverão ser elaborados Relatório de Monitorização de 3 em 3 meses, integrando pelo menos os resultados da monitorização contínua e da monitorização trimestral, os resultados da monitorização direta e indireta (previsão com base nas medições), da monitorização só de vibração e de vibração e ruído re-radiado, a análise de resultados e as medidas/ações tomadas.

Os Relatórios de Monitorização a elaborar, para apresentação à Autoridade de A.I.A., 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 do empreendimento, assim como se adaptar às possíveis modificações dos requisitos a analisar, quer devido a alterações legislativas, quer devido a alterações vinculativas de outra natureza.

Quadro 31: Lista de Edifícios particulares identificados na envolvente dos Estaleiros e frentes

Denominação do Edifícios particulares identificados	Coordenadas aproximadas	Uso assumido	Necessidade de confirmação
Estaleiro Central			
Palácio Leitão Palácio Mendonça	38°43'56.64"N 9° 9'22.04"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Nova Information Management School	38°43'56.96"N 9° 9'36.21"W	Escola	-
Estabelecimento Prisional de Lisboa	38°43'50.68"N 9° 9'31.99"W	Habitação	Confirma adequação de equiparação (informação de desativação gradual)
Estaleiros ECA			
Externato do Parque	38°43'30.95"N 9° 9'29.13"W	Escola	-
Hotel D. Pedro (5 estrelas)	38°43'29.20"N 9° 9'37.71"W	Habitação	Confirma adequação de equiparação
Direção Geral do Território	38°43'32.38"N 9° 9'33.69"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiro PV211			
Edifícios/estruturas EPAL	38°43'18.61"N 9° 9'34.32"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
PADEL	38°43'18.86"N 9° 9'28.68"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiros ECO			
Escola do Serviço de Saúde Militar	38°43'6.86"N 9° 9'49.63"W	Escola	Confirmar informação de estar desativado.
Instituto António Feliciano de Castilho	38°43'7.03"N 9° 9'10'0.58"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Mercado de Campo de Ourique	38°42'58.06"N 9° 9'10'0.41"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiro PV215			
Igreja do Santo Condestável	38°42'54.80"N 9° 9'10'1.52"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Cemitério Alemão	38°42'51.34"N 9° 9'54.23"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Escola EB1 + Jardim de Infância Eng. Ressano Garcia	38°42'49.23"N 9° 9'56.45"W	Escola	-

Denominação do Edifícios particulares identificados	Coordenadas aproximadas	Uso assumido	Necessidade de confirmação
Unidade de Saúde Familiar Santo Condestável	38°42'50.10"N 9°9'52.32"W	Similar a Hospital	-
Escola N. Senhora do Patrocínio	38°42'47.18"N 9°9'54.71"W	Escola	
Escola Secundária Josefa de Óbidos	38°42'47.29"N 9°10'2.63"W	Escola	-
Unidade de Cuidados Continuados Integrados Rainha Dona Leonor	38°42'46.89"N 9°9'47.71"W	Similar a Hospital	-
Presidência do Conselho de Ministros	38°42'47.67"N 9°9'58.37"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiro PV215 e Estaleiros EIS			
Inválidos do Comércio	38°42'45.51"N 9°9'58.71"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Escola Profissional ASAS	38°42'45.60"N 9°9'53.12"W	Escola	-
Estaleiros EIS			
Possolo 24	38°42'41.22"N 9°9'56.10"W	Similar a Hospital	Confirmar efetivo tipo de uso
Instituto da Imaculada para Pessoas com Necessidades Especiais	38°42'38.91"N 9°10'2.40"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Instituto da Defesa Nacional	38°42'33.18"N 9°10'4.25"W	Similar a Escola (informação de existência de biblioteca e auditórios)	Confirmar efetivo tipo de uso
Estaleiro BAL			
Palácio das Necessidade	38°42'22.95"N 9°10'14.60"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estação Alcântara Terra	38°42'25.28"N 9°10'24.63"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Estaleiros EAL e Estaleiro PV217			
Igreja se S. Pedro de Alcântara	38°42'22.92"N 9°10'33.75"W	Não Sensível ART	Confirmar uso não sensível (não habitação, escola, hospital ou similar)
Casa de Acolhimento Infantil Vitor Manuel	38°42'24.58"N 9°10'40.29"W	Habitação, Escola e/ou Hospital ou similar	Confirmar efetivo tipo de uso
Estaleiro PV217			
Instituto Superior de Agronomia	38°42'27.31"N 9°10'55.49"W	Escola	-
Escola EB1 + Jardim de Infância Raúl Lino	38°42'23.82"N 9°10'48.02"W	Escola	-

6.2 Identificação dos parâmetros a monitorizar

Os parâmetros essenciais a monitorizar são os seguintes:

- Danos em edifícios:
 - Verificação dos limites da NP2074 e/ou da BS5228-2:
 - Parâmetro $v_{max(pico)}$, que corresponde ao valor máximo dos valores de pico ocorridos durante a solicitação em causa. Para mais especificações, consultar as respetivas normas. De acordo com a NP 2074 o intervalo de frequências a considerar deverá ser 2Hz a 80 Hz. A BS5228-2 aponta para valores até aos 250Hz. Pese embora o referido, mas tendo em conta o estabelecido na ISO 14837-1, recomenda-se, por segurança, caracterização até aos 500 Hz.
- Sensação da vibração como tal e do ruído re-radiado (incomodidade humana):
 - Ainda que a indicação da DIA seja v_{ef} , considera-se ser de registar e comparar, pelo menos numa primeira análise, por mais seguros, valores máximos dos valores eficazes de segundo a segundo ($v_{max,ef,1s}$). Para uma análise mais detalhada de valor eficaz de determinado tempo/evento, superior a 1s, terá de ser explicitado e justificado o tempo considerado para a análise.
 - Considera-se adequado recomendar o registo de $v_{max,ef,1s}$ em bandas de 1/3 de oitava entre 1Hz e 250 Hz, sendo tipicamente aconselhável a análise particular das seguinte bandas para os seguintes casos (ver ISO 14837-1 e ISO/TS 14837-31):
 - Sensação da vibração como tal: 1Hz a 80Hz.
 - Ruído re-radiado: 16Hz a 250Hz.
- Eventuais equipamentos e/ou atividades muito sensíveis à vibração:
 - verificar caso a caso (questionar aquando das reuniões com a vizinhança da obra).

Uma vez que um dos objetivos fundamentais do Plano de Monitorização é o conhecimento dos efeitos reais do projeto na população, deverão também, sempre que possível, efetuar-se auscultações às pessoas que residam ou permaneçam em locais suscetíveis de serem afetados acusticamente (vibração e ruído re-radiado).

6.3 Locais e frequência de amostragem

Deverão ser pelo menos monitorizados os pontos que se identificaram nos quadros e figuras anteriores, e outros que eventualmente se venham a definir, tendo em conta as revisões e previsões detalhadas de 6 em 6 meses.

Consideram-se as frequências (monitorização contínua ou trimestral), e tipologia de monitorização (direta, indireta; só vibração ou vibração e ruído re-radiado) para cada ponto, referidas nos quadros anteriores.

De notar que caso haja extensão da atividade construtiva ao período do entardecer e/ou noturno deverá equacionar-se a revisão, de forma fundamentada, da monitorização (pontos, tipologia de

monitorização (direta ou indireta; só vibração ou vibração e ruído re-radiado) e periodicidade (contínua ou trimestral ou outra) tendo em conta os resultados da monitorização, direta e indireta.

De notar que pode ser necessário definir medidas, para cumprir os requisitos legais, o que deverá constar nos relatórios de revisão de 6 em 6 meses, e/ou nos Relatório de Monitorização, e influenciar, em conformidade a eventual necessidade de revisão da monitorização, pelo menos para os períodos do entardecer e/ou noturno.

A presente monitorização deve ser compatibilizada com eventual monitorização do âmbito dos danos patrimoniais.

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																			
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT				
ECA	Estacas																								
	Viga de corramento																								
	Escavação até 98,10																								
	Escavação sob a laje de cobertura																								
	Acessos 5 e 6																								
	Instalação e remoção escora/																								
	Laje de cobertura																								
	Impermeabilização																								
	Laje de soleira																								
	Estruturas internas																								
	Aterro																								
	Total																								

Obra	Fase	Revestimento				Apóio																		
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT			
ECO	P_Escavação e Suporte																							
	P_Impermeabilização										1	1	1											
	P_Rev. Definitivo			1								1	1	1										
	P_Est. Internas											1	1	1										
	T_Escavação e Suporte											1	1	1										
	T_Impermeabilização											1	1	1										
	T_Rev. Definitivo			1								1	1	1										
	Estruturas Internas											1	1	1										
	Betão de enchimento e drenagem			1								1	1	1										
	Acessos 1 e 2											1			1									

Anexo III – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação Infante Santo (EIS)

Obra	Fase	Duração		Equipamento	Quantidade
		Início	Fim		
EIS	p_Impermeabilização p_Rev. Definitivo Estruturas internas T_Escavação e suporte T_Impermeabilização T_Rev. Definitivo Betão de enchimento e drenagem Acesso Total	23	28	Jumbo de 2 braços	1
		23	28	Pá mineira 3m3	1
		26	31	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	1
		16	22	Escavadora rastos (riper, roçadora, balde, martelo)	1
		23	25	Escavadora de rastos (balde)	1
		23	25	Escavadora com martelo hidráulico	1
		23	25	Escavadora Giratória 30T	1
		23	25	Balde de escombros (6 m3)	1
		23	25	Balde de escombros de descarga automática	1
		23	25	Robot BP PM500 (30 m3/h)	1
			Auto betoneira BP (2 m3)	1	
			Bomba Betão Projetado		
			Tremonha agitadora BP		
			Equipamento de estacas		
			Equip. de micro-estacas e furação		
			Equipamento de furação para pré-esforço		
			Equipamento de pré-esforço		
			Martelo pneumático demolidor		
			Autobomba de betão		
			Auto betoneira (6 m3)		

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																				
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT 780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT					
EIS	P_Impermeabilização										1															
	p_Rev. Definitivo			1							1	1														
	Estruturas internas			1							1	1														
	T_Escavação e Suporte										1	1														
	T_Impermeabilização										1															
	T_Rev. Definitivo										1	1														
	Betão de enchimento e drenagem			1							1	1														
	Acesso											1														
	Total											1	1			1										

Anexo IV – Lista de equipamentos previstos para a construção da Estação de Alcântara (EAL)

EAL	Obra	Fase	Duração					
			Início	Fim				
EAL	Demolições Estacas e Micros Escavação Aterro Betão armado, Imperme. Metálicas		9	25				
			9	25				
			9	25				
			9	25				
			9	25				
			26	32				
			Escavação/Suporte					
								Jumbo de 2 braços
								Pá mineira 3 m3
								Pá carregadora 19 T (balde 4 m3)
								Escavadora rastros (riper, roçadora, balde, martelo)
							1	Escavadora de rastros (balde)
							1	Escavadora com martelo hidráulico
					Escavadora Giratória 30T			
					Balde de escombros (6 m3)			
					Balde de escombros de descarga automática			
					Robot BP PM500 (30 m3/h)			
					Auto betoneira BP (2 m3)			
					Bomba Betão Projetado			
					Tremonha agitadora BP			
				1	Equipamento de estacas			
				1	Equip. de micro-estacas e furação			
					Equipamento de furação para pré-esforço			
					Equipamento de pré-esforço			
				2	Martelo pneumático demolidor			
					Autobomba de betão			
					Auto betoneira (6 m3)			
Revestimento								
					Carro de cofragem			
				1	Auto betoneira (6 m3)			
					Autobomba de betão			
					Bomba Betão estacionária			

Obra	Fase	Revestimento				Apoio																
		Carro de cofragem	Auto betoneira (6 m3)	Autobomba de betão	Bomba Betão estacionária	Ventilador 90 Kw	Ventilador 45 Kw	Compressor	Camião basculante	Camião-cisterna com aspersores	Central Inj.Unigrout FlexM	Manitout MHT780	Grua torre 18 ton	Grua móvel (50 a 80 ton)	Autogrua	Balde de escombros	Pá carregadora 19T (balde 4m3)	Cilindro Compactor	Placa compactadore	Cilindro Apeado	SPMT	
FAL	Demolições								1													
	Estacas e Micros									1												
	Escavação								1													
	Aterro									1												
	Betão armado, Imperme.										1											
	Metálicas														1							

Anexo VIII – Lista de equipamentos previstos para a construção do PV217

Obra	Fase	Duração		Inicio	Fim	Quantidade	Descrição	
		Inicio	Fim					
PV217	P_ Escavação e Suporte	8	12,5				Jumbo de 2 braços	
								Pá mineira 3m3
							1	Pá carregadora 19T (balde 4m3)
							1	Escavadora rastos (riper, roçadora, balde, martelo)
								Escavadora de rastos (balde)
								Escavadora com martelo hidráulico
								Escavadora Giratória 30T
								Balde de escombros (6 m3)
							2	Balde de escombros de descarga automática
							1	Robot BP PM500 (30 m3/h)
							1	Auto betoneira BP (2m3)
								Bomba Betão Projetado
								Tremonha agitadora BP
								Equipamento de estacas
								Equip. de micro-estacas e furação
					1	Equipamento de furação para pré-esforço		
						Equipamento de pré-esforço		
						Martelo pneumático demolidor		
						Autobomba de betão		
						Auto betoneira (6 m3)		
						Carro de cofragem		
						Auto betoneira (6 m3)		
					1	Autobomba de betão		
						Bomba Betão estacionária		
	P_ Impermeabilização	30	32					
	P_ Rev definitivo	30	32					
	Total							

VIAD	Obra	Fase	Revestimento	Apóio
M		Contenções e Fundações		
BA				
			Carro de cofragem	
			Auto betoneira (6 m3)	
			Autobomba de betão	
			Bomba Betão estacionária	
			Ventilador 90 Kw	
			Ventilador 45 Kw	
			Compressor	
			Camião basculante	
			Camião-cisterna com aspersores	
			Central Inj.Unigrout FlexM	
			Manitout MHT 780	
			Grua torre 18 ton	
			Grua móvel (50 a 80 ton)	
			Autogrua	
			Balde de escombros	
			Pá carregadora 19T (balde 4m3)	
			Cilindro Compactor	
			Placa compactadore	
			Cilindro Apeado	
			SPMT	

