



TÚNEIS DE DRENAGEM DE LISBOA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E
INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO
(RECAPE)**

VOLUME 4 – ANEXOS

ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

NOVEMBRO 2021

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.13-R0



Responsável pelo RECAPE



PÁGINA EM BRANCO

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

ÍNDICE GERAL

VOLUME 1 – RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME 2 – RELATÓRIO BASE

VOLUME 3 – PEÇAS DESENHADAS

VOLUME 4 – ANEXOS

Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado
2021/11	0	Primeira emissão do documento	VÁRIOS	ER	RC

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS

ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

ÍNDICE

ANEXO 13.1 – Caracterização da Situação de Referência

ANEXO 13.2 – Avaliação de Impactes em Fase de Obra

ANEXO 13.1

Caracterização da Situação de Referência



spie batignolles

international

TÚNEIS DE DRENAGEM DE LISBOA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

ANEXO 13.1 – Caracterização da Situação de Referência

OUTUBRO 2021

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.131-R0



Responsável pelo RECAPE



PÁGINA EM BRANCO

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

ÍNDICE GERAL

VOLUME 1 – RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME 2 – RELATÓRIO BASE

VOLUME 3 – PEÇAS DESENHADAS

VOLUME 4 – ANEXOS

Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado
2021/10	0	Primeira emissão do documento	RF	ER	RC

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS

ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

ANEXO 13.1 – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. ENQUADRAMENTO	1
2.1 ENQUADRAMENTO LEGAL	6
2.1.1 Ruído	6
2.1.2 Vibrações	12
3. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE SONORO E NÍVEIS DE VIBRAÇÃO	15
3.1 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES - RUÍDO	15
3.2 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES – VIBRAÇÕES	21

QUADROS

Quadro 1 – Valores limites de conforto para o valor eficaz da velocidade de vibração, v ; locais sensíveis, em casa ou no escritório	13
Quadro 2 – Danos – Valores da velocidade global efectiva v_{rms} no local	13
Quadro 3 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, $ V_{max} $; base da edificação (mm/s).....	13
Quadro 4 – Locais de Medição de Ruído.....	15
Quadro 5 – Valores de Ruído Medidos	20
Quadro 6 – Locais de medição dos níveis de vibração	21
Quadro 7 – Valores de Vibração Medidos	22

FIGURAS

Figura 1 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TM1, TM2 e TM3, parâmetro <i>Lden</i>	2
Figura 2 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TM4, TM5 e TM6, parâmetro <i>Lden</i>	3
Figura 3 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TC1 e TC2, parâmetro <i>Lden</i>	3
Figura 4 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TM1, parâmetro <i>Ln</i>	4
Figura 5 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TC2, parâmetro <i>Ln</i>	5
Figura 6 – Localização de Recetores, P1 - Medição de Ruído	16
Figura 7 – Localização de Recetores, P2 e P3 - Medição de Ruído	16
Figura 8 – Localização de Recetores, P4 e P5 - Medição de Ruído	17
Figura 9 – Localização de Recetores, P6 e P7 - Medição de Ruído	17
Figura 10 – Localização de Recetores, P8 - Medição de Ruído.....	18
Figura 11 – Localização de Recetores, P9R - Medição de Ruído	18
Figura 12 – Localização de Recetores, P10 - Medição de Ruído.....	19
Figura 13 – Localização de Recetores, P11 - Medição de Ruído.....	19
Figura 14 – Localização das medições de vibração, P9V.....	22

ANEXOS

ANEXO A – RELATÓRIOS TÉCNICOS RELATIVOS ÀS MEDIÇÕES EFETUADAS (RUIDO E VIBRAÇÕES)

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

ANEXO 13.1 – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como objetivo a caracterização da situação de referência dos níveis de ruído e vibração existentes antes da entrada em obra, referente ao projeto de EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS.

O objetivo deste estudo é assim avaliar qualitativamente e quantitativamente os valores de ruído e vibrações que se verificam atualmente na vizinhança dos locais onde se prevê a ocorrência de obras e simultaneamente nos locais que estejam previsivelmente mais expostos durante a fase de exploração.

O seu conhecimento permitirá também posteriormente identificar desvios da situação atual durante as monitorizações que decorrerão em fase de obra e de exploração.

2. ENQUADRAMENTO

As zonas a intervencionar localizam-se em 8 áreas distintas da cidade anteriormente descritas e que estão identificadas divididas de acordo com o túnel de drenagem em questão da seguinte forma:

❖ Túnel Monsanto – Santa Apolónia

- TM1 – Localização: Campolide;
- TM2 – Localização: Av. Liberdade;
- TM3 – Localização: Rua de Santa Marta;
- TM4 – Localização: Av. Almirante Reis;
- TM5 – Localização: Vizinhança da estação ferroviária de Santa Apolónia;
- TM6 – Localização: Av. Infante Dom Henrique.

❖ Túnel Chelas-Beato

- TC1 – Localização: Chelas
- TC2 – Localização: Beato

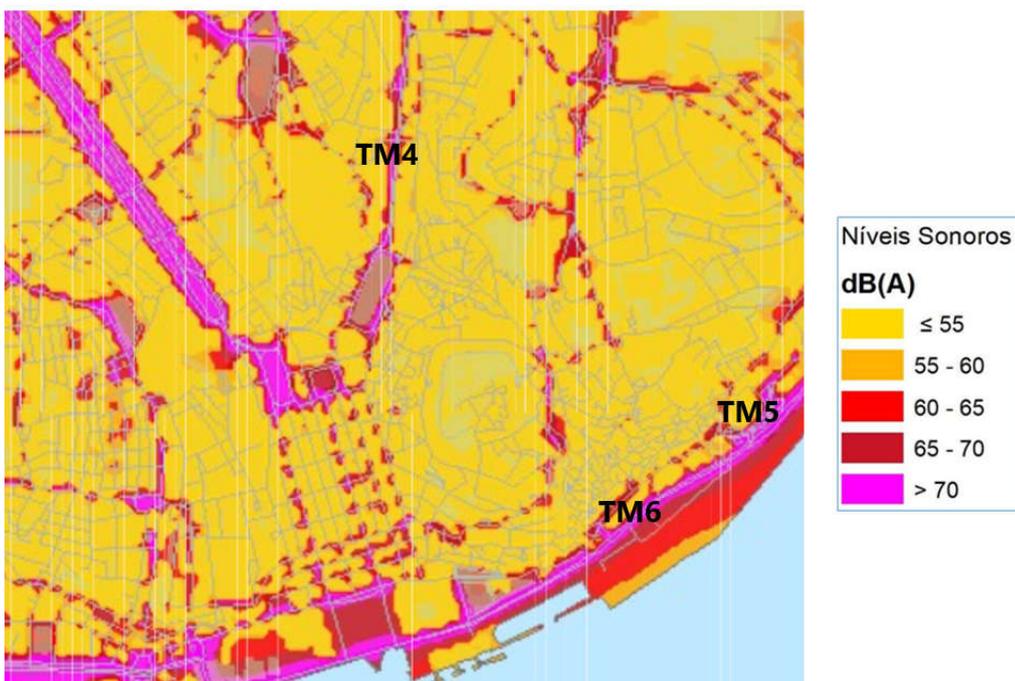
O ambiente sonoro sentido nas áreas em análise apresenta valores elevados, típicos de uma zona urbana, com muito tráfego rodoviário sendo por isso um ambiente sonoro significativamente perturbado. Existem atualmente recetores que estão sujeitos a níveis de ruído acima dos limites legais com particular ênfase no período noturno. A Câmara Municipal de Lisboa definiu toda as áreas como zonas mistas o que significa que os limites a cumprir em termos de indicadores de ruído são $L_{den} < 65$ dBA, e $L_n < 55$ dBA. L_{den} é um indicador que representa a média ponderada no tempo do ruído durante 24h. L_n , é o indicador que representa a média durante o período noturno (23h às 7h).

A Figura 1, Figura 2, e Figura 3 mostram um excerto do atual Mapa de Ruído de Lisboa nas zonas de projeto, para o parâmetro L_{den} . O mapa é apresentado de acordo com escalões de ruído aos quais está associada uma cor, a legenda define cada escalão. Assim, como se pode observar grande parte das áreas do projeto está com valores acima dos 65dBA (carmim) ou superiores a 70 dBA (violeta).



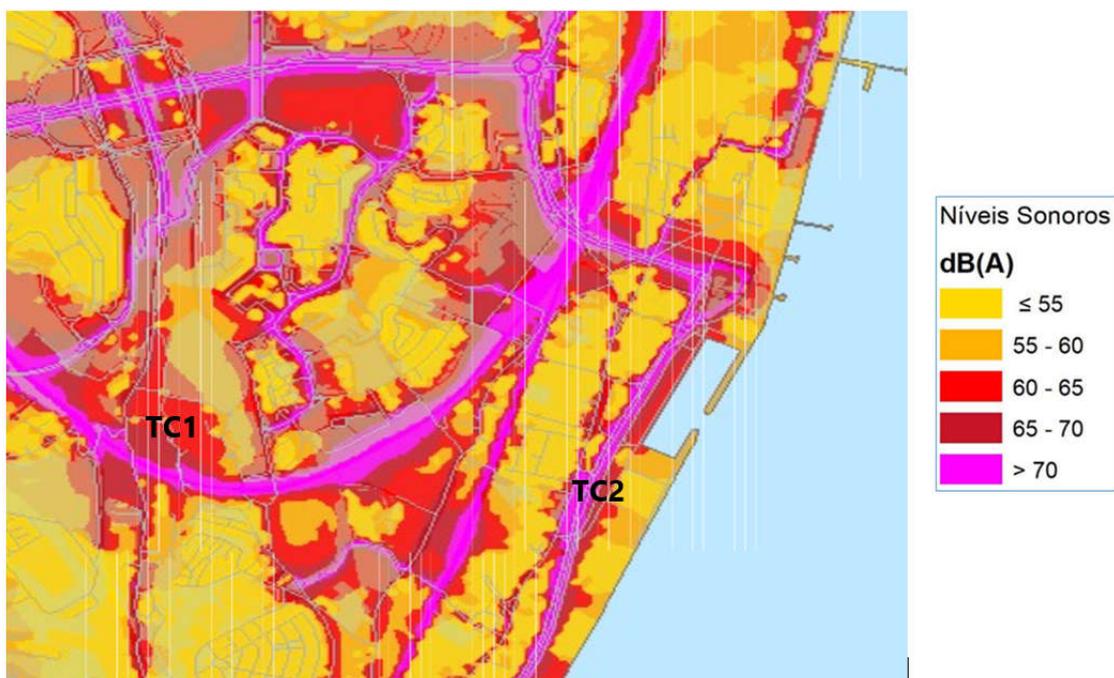
(fonte: CML, abril 2021)

Figura 1 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TM1, TM2 e TM3, parâmetro L_{den}



(fonte: CML, abril 2021)

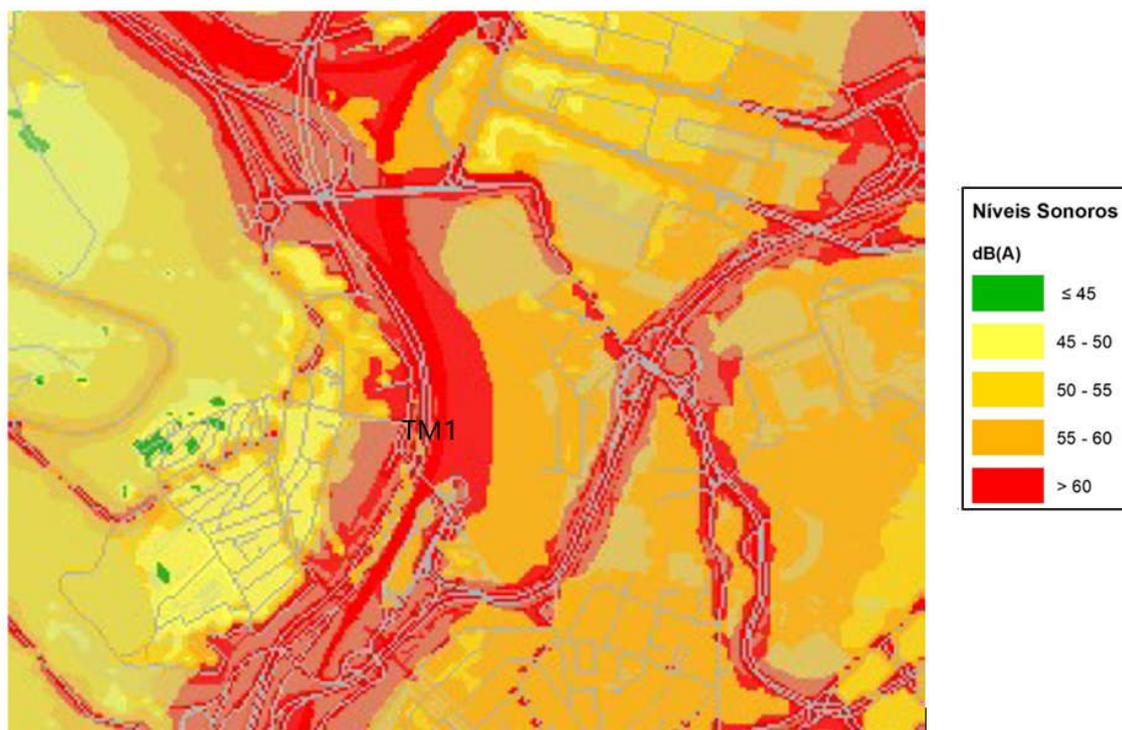
Figura 2 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TM4, TM5 e TM6, parâmetro L_{den}



(fonte: CML, abril 2021)

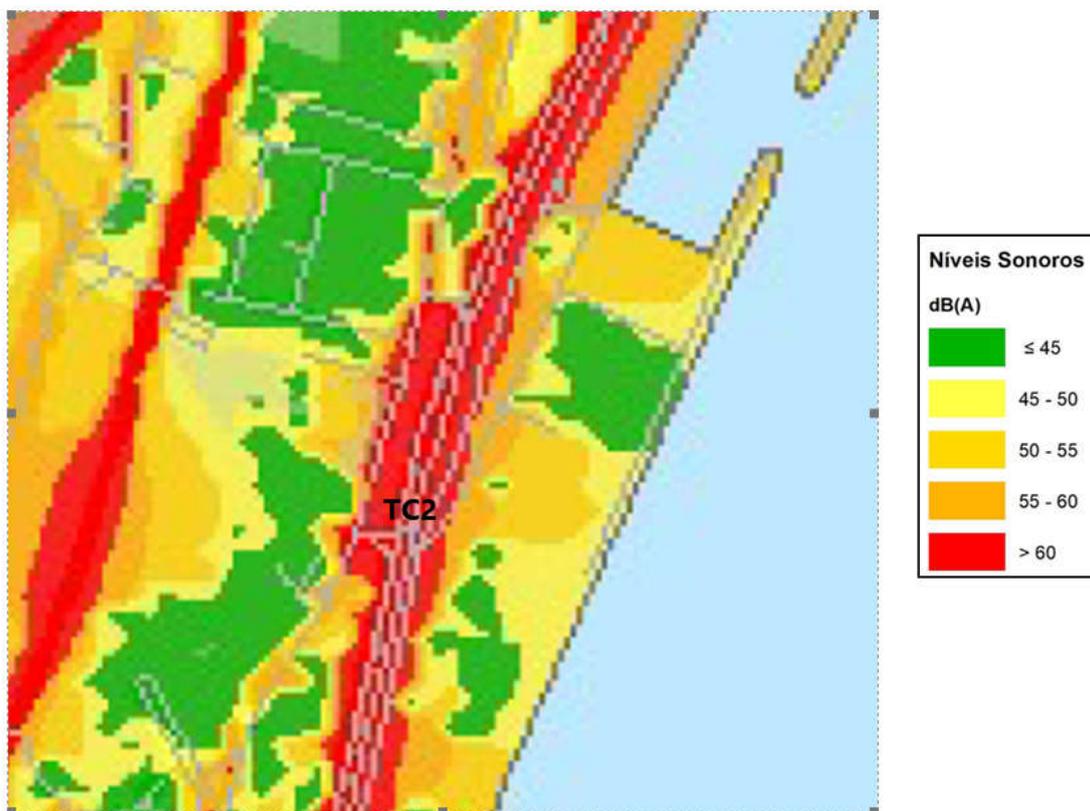
Figura 3 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TC1 e TC2, parâmetro L_{den}

Uma situação semelhante passa-se com o parâmetro L_n , que é apresentado na Figura 4 e Figura 5, neste caso a situação é mais crítica uma vez que todas as áreas de interesse para o projeto se encontram com níveis de L_n superiores a 60 dBA (vermelho), quando no máximo deveria estar a 55 dBA. Estas figuras apenas foram efetuadas para o TM1 e TC2 porque só se preveem obras noturnas nestes dois locais.



(fonte: CML, abril 2021)

Figura 4 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TM1, parâmetro L_n



(fonte: CML, abril 2021)

Figura 5 – Excerto do Mapa de Ruído de Lisboa, TC2, parâmetro L_n

Em termos de vibrações não existe um mapeamento exaustivo como o que sucede no caso do ruído, é, no entanto, previsível que havendo linhas férrea e uma circulação de pesados bastante intensa os níveis de vibração possam ser consideráveis nos locais mais próximos destas fontes. O presente estudo pretende colmatar esta lacuna com recurso a medições que serão apresentadas nas secções seguintes. Resumidamente pode afirmar-se que as zonas em estudo apresentam níveis de ruído muito significativos estando sujeita a ruído de tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, com volumes de tráfego elevados. Em termos de campos de vibração, é de esperar que estes estejam também a ser significativamente influenciados pelos tráfegos, rodoviário e ferroviário.

2.1 ENQUADRAMENTO LEGAL

2.1.1 RUÍDO

O estudo realizado teve como base a legislação atual, Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, alterado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, relativo ao Regulamento Geral de Ruído.

Sendo assim, nos pontos relevantes para o estudo em questão, temos:

Artigo 3º

Definições:

Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por:

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

c) «*Avaliação acústica*» a verificação da conformidade de situações específicas de ruído com os limites fixados;

(...)

l) «*Indicador de ruído diurno (L_d) ou (L_{day})*» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996.

m) «*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. (...)

n) «*Indicador de ruído nocturno (L_n) ou (L_{night})*» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996. (...)

(...)

p) «*Período de referência*» o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

i) *Período diurno*—das 7 às 20 horas;

ii) *Período do entardecer*—das 20 às 23 horas;

iii) *Período nocturno*—das 23 às 7 horas;

- q) «Receptor sensível» o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;
- s) «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;
- t) «Ruído particular» o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;
- u) «Ruído residual» o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;
- v) «Zona mista» a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;
- x) «Zona sensível» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno;
- z) «Zona urbana consolidada» a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.
- (...)

Note-se que a norma referida neste artigo, a NP 1730-1:1996, foi atualizada pela NP ISO 1996 (partes 1 e 2) de 2019.

Artigo 11º

Valores limite de exposição:

1—Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

- a) As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

2—Os receptores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, são equiparados, em função dos usos existentes na sua proximidade, a zonas sensíveis ou mistas, para efeitos de aplicação dos correspondentes valores limite fixados no presente artigo.

3—Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos receptores sensíveis os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

(...)

Critério de incomodidade:

ANEXO I

(a que se refere o artigo 13.º)

Parâmetros para a aplicação do critério de incomodidade

1 — O valor do L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular deve ser corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular, passando a designar-se por nível de avaliação, L_A , aplicando a seguinte fórmula:

$$L_A = L_{Aeq} + K1 + K2$$

em que $K1$ é a correção tonal e $K2$ é a correção impulsiva.

Estes valores são $K1=3$ dB(A) ou $K2=3$ dB(A) se for detetado que as componentes tonais ou impulsivas, respetivamente, são características específicas do ruído particular, ou são $K1=0$ dB(A) ou $K2=0$ dB(A) se estas componentes não forem identificadas. Caso se verifique a coexistência de componentes tonais e impulsivas a correção a adicionar é de $K1+K2=6$ dB(A).

O método para detetar as características tonais do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação, consiste em verificar, no espectro de um terço de oitava (nas bandas centradas entre 50 e 10.000 Hz, inclusive e como adjacentes), se o nível sonoro de uma banda excede o das adjacentes em 5 dB(A) ou mais, caso em que o ruído deve ser considerado tonal.

O método para detetar as características impulsivas do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação, consiste em determinar a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente, L_{Aeq} , medido em simultâneo com característica impulsiva e fast. Se esta diferença for superior a 6 dB(A), o ruído deve ser considerado impulsivo.

2 — Aos valores limite da diferença entre o L_{Aeq} do ruído ambiente que inclui o ruído particular corrigido (L_{Ar}) e o L_{Aeq} do ruído residual, estabelecidos na alínea b) do n.º 1 do artigo 13.º, deve ser adicionado o valor D indicado na tabela seguinte. O valor D é determinado em função da relação percentual entre a duração acumulada de ocorrência do ruído particular e a duração total do período de referência.

Valor da relação percentual (q) entre a Duração acumulada de ocorrência do ruído particular e a duração total do período de referência	D , em dB(A)
$q \ll 12,5\%$	4
$12,5\% < q \ll 25\%$	3
$25\% < q \ll 50\%$	2
$50\% < q \ll 75\%$	1
$q > 75\%$	0

3 — Exceções à tabela anterior — para o período noturno não são aplicáveis os valores de $D=4$ e $D=3$, mantendo-se $D=2$ para valores percentuais inferiores ou iguais a 50 %. Excetua-se desta restrição a aplicação de $D=3$ para atividades com horário de funcionamento até às 24 horas.

4 — Para efeitos da verificação dos valores fixados na alínea b) do n.º 1 e no n.º 5 do artigo 13.o, o intervalo de tempo a que se reporta o indicador L_{Aeq} corresponde ao período de um mês, devendo corresponder ao mês mais crítico do ano em termos de emissão sonora da(s) fonte(s) de ruído em avaliação no caso de se notar marcada sazonalidade anual.

Atualmente a área em estudo está definida como Zona Mista o que implica o cumprimento dos seguintes limites máximos: 65 dB(A) para o parâmetro L_{den} e 55 dBA para o parâmetro L_n .

Em face do exposto, as disposições regulamentares relativas ao ruído cujo cumprimento importa garantir na fase de exploração, são as seguintes:

- ✓ n.º 1, alínea a) do Art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007:

$$L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)};$$

$$L_n \leq 55 \text{ dB(A)}.$$

Na fase de exploração e apenas para ruído que não seja de tráfego:

- ✓ n.º 1 alínea b) do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007 ⁽¹⁾:
 $L_{Ar} - L_{Aeq}(\text{ruído residual}) \leq 5 \text{ dB(A)}$ entre as 07h e as 20h;
 $L_{Ar} - L_{Aeq}(\text{ruído residual}) \leq 4 \text{ dB(A)}$ entre as 20h e as 23h;
 $L_{Ar} - L_{Aeq}(\text{ruído residual}) \leq 3 \text{ dB(A)}$ entre as 23h e as 07h.

Caso alguma das condições referidas não se verifique, devido ao funcionamento da obra e dos estaleiros, deverá ser prevista a implementação de medidas que permitam alcançar o seu cumprimento.

Atividades ruidosas temporárias:

No que diz respeito a “*Atividades ruidosas temporárias*”, onde se englobam os trabalhos de construção civil a executar na fase da obra, o RGR estabelece o seguinte:

Artigo 14.º

Atividades ruidosas temporárias

É proibido o exercício de atividades ruidosas temporárias na proximidade de:

- a) Edifícios de habitação, aos sábados, domingos e feriados e nos dias úteis entre as 20 e as 8 horas;*
- b) Escolas, durante o respetivo horário de funcionamento;*
- c) Hospitais ou estabelecimentos similares.*

⁽¹⁾ “ O disposto na alínea b) do n.º 1 não se aplica, em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A) ou para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no interior dos locais de receção igual ou inferior a 27 dB(A), considerando o estabelecido nos n.ºs 1 e 4 do anexo I.”

Artigo 15.º

Licença especial de ruído

1 — O exercício de actividades ruidosas temporárias pode ser autorizado, em casos excepcionais e devidamente justificados, mediante emissão de licença especial de ruído pelo respectivo município, que fixa as condições de exercício da actividade relativas aos aspectos referidos no número seguinte.

2 — A licença especial de ruído é requerida pelo interessado com a antecedência mínima de 15 dias úteis relativamente à data de início da actividade, indicando:

- a) Localização exacta ou percurso definido para o exercício da actividade;
- b) Datas de início e termo da actividade;
- c) Horário;
- d) Razões que justificam a realização da actividade naquele local e hora;
- e) As medidas de prevenção e de redução do ruído propostas, quando aplicável;
- f) Outras informações consideradas relevantes.

3 — Se a licença especial de ruído for requerida prévia ou simultaneamente ao pedido de emissão do alvará de licença ou autorização das operações urbanísticas previstas nas alíneas a) e b) do artigo 2.º do presente decreto-lei, tal licença deve ser emitida na mesma data do alvará.

4 — Se a licença especial de ruído requerida nos termos do número anterior não for emitida na mesma data do alvará, esta considera-se tacitamente deferida.

5 — A licença especial de ruído, quando emitida por um período superior a um mês, fica condicionada ao respeito nos receptores sensíveis do valor limite do indicador L(índice Aeq) do ruído ambiente exterior de 60 dB(A) no período do entardecer e de 55 dB(A) no período nocturno.

6 — Para efeitos da verificação dos valores referidos no número anterior, o indicador L(índice Aeq) reporta-se a um dia para o período de referência em causa.

7 — Não carece de licença especial de ruído:

- a) O exercício de uma actividade ruidosa temporária promovida pelo município, ficando sujeita aos valores limites fixados no n.º 5;
- b) As actividades de conservação e manutenção ferroviária, salvo se as referidas operações forem executadas durante mais de 10 dias na proximidade do mesmo receptor.

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.

O projeto foi desenvolvido de forma a que sejam cumpridos os limites recomendáveis para os parâmetros $L_{Aeq}(noturno)$, $L_{Aeq}(entardecer)$ e $L_{Aeq}(diurno)$ durante a obra:

- $L_{Aeq}(noturno)$ deverá ser menor ou igual a 55 dB(A);
- $L_{Aeq}(entardecer)$ deverá ser menor ou igual a 60 dB(A);
- $L_{Aeq}(diurno)$ deverá ser menor ou igual a 65 dB(A).

2.1.2 VIBRAÇÕES

No que diz respeito a Vibrações não existe atualmente legislação que limite o nível de vibrações junto de recetores sensíveis. Como critérios majorantes têm sido usadas as notas técnicas do LNEC que estabelecem os níveis máximos a que podem estar sujeitas as habitações em função da resposta do ser humano a vibrações e da segurança estrutural das habitações. Em termos de critérios existe atualmente a norma NP 2074:2015 “Avaliação da influência de vibrações impulsivas em estruturas” que não foi considerada na fase de caracterização de referência mas que será usada na monitorização de fase obra. Assim os critérios do LNEC a adotar para avaliar a influência das vibrações em fase de construção e fase de exploração estão agrupados da seguinte forma:

- Avaliação da reação do ser humano às vibrações definidos como critérios de incomodidade
- Avaliação dos possíveis danos causados no edificado devido a vibrações contínuas ou impulsivas, definidos como Critérios de Danos nas Edificações

O Critério de Incomodidade elaborado pelo LNEC consiste na majoração de valores de velocidade eficaz de acordo com grau de reação do ser humano, está apresentado no quadro seguinte.

Quadro 1 – Valores limites de conforto para o valor eficaz da velocidade de vibração, v ; locais sensíveis, em casa ou no escritório

v_{rms} , (mm / s)	Sensação
$v_{rms} \leq 0,11$	Nenhuma
$0,11 < v_{rms} \leq 0,3$	Perceptível, suportável para curta duração
$0,3 < v_{rms} \leq 1,1$	Evidente, afetando as condições de trabalho
$v_{rms} > 1,1$	Muito perceptível, dificultando ou impedindo o trabalho

Para o critério de Danos nas Edificações os critérios usados consideram o fenómeno de vibrações continuadas e ainda o de vibrações impulsivas que tipicamente ocorrem em zonas de obra. Assim para avaliação do impacto tendo como base vibrações continuadas o critério proposto pelo LNEC estabelece o seguinte critério com base na velocidade média eficaz.

Quadro 2 – Danos – Valores da velocidade global efectiva v_{rms} no local

v_{rms} (mm/s)	efeitos
$v_{rms} < 3,5$	praticamente nulos
$3,5 \leq v_{rms} < 7$	queda de cal em edifícios antigos
$7 \leq v_{rms} < 21$	fendilhação ligeira nos revestimentos
$21 \leq v_{rms} < 42$	fendilhação acentuada nos revestimentos e alvenarias
$42 \leq v_{rms}$	danos consideráveis, possível fendilhação da estrutura de betão armado

Nota – Componente vertical, ou horizontal, se esta for mais significativa.

Os danos devidos a vibrações impulsivas serão avaliados, pelo critério do LNEC que estabelece os seguintes limites máximos para a velocidade máxima de vibração de acordo com a tipologia do edificado.

Quadro 3 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, $|V_{max}|$; base da edificação (mm/s)

Tipo de construção	Tipos de solo		
	incoerentes soltos e coerentes moles	incoerentes compactos e coerentes duros e médios	coerentes rijos
sensíveis	1,75 - 2,5	3,5 - 5	7 - 10
correntes	3,5 - 5	7 - 10	14 - 20
de betão armado	10,5 - 15	21 - 30	42 - 60

Nota – Os primeiros valores valem para um número diário de solicitações superior a três, os segundos para três ou menos.

Os valores medidos serão enquadrados de acordo com estes três critérios de avaliação, e para todos os recetores analisados.

3. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE SONORO E NÍVEIS DE VIBRAÇÃO

Nesta secção estão apresentados os resultados das medições efetuadas junto dos recetores mais suscetíveis de sentir o ruído de obra.

Todas as medições foram elaboradas por Laboratório acreditado para medição de ruído ambiente.

No **Anexo A** estão apresentados os relatórios técnicos relativos às medições efetuadas (2020 e 2021).

3.1 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES – RUÍDO

No Quadro 4 estão localizados os pontos onde foram efetuadas as medições de ruído. Em cada campanha foram realizadas 3 medições por ponto, por dia e por período e repetidas posteriormente num dia diferente nos pontos P1, P6, P9, P10 e P11. Para os pontos P2, P3, P4, P5; P7 e P8 foi efetuada apenas uma medição do período diurno uma vez que nestes pontos não se prevê ruído de obra nos períodos do entardecer ou noturno.

Quadro 4 – Locais de Medição de Ruído

Ponto	Altura de medição (m)	Coordenadas globais		Descrição do ponto de monitorização
		Lat.	Long.	
P1	1.5	38°44'01.90"N	9°07'57.32"W	Estação ferroviária de Campolide
P2	1.5	38°43'23.99"N	9°08'51.68"W	Av. Da Liberdade
P3	1.5	38°43'22.23"N	9°08'45.06"W	Rua de Santa Marta
P4	1.5	38°43'16.26"N	9°08'08.12"W	Av. Almirante Reis
P5	1.5	38°43'16.28"N	9°08'05.49"W	Rua dos Anjos
P6	1.5	38°42'43.41"N	9°07'29.13"W	Museu Militar
P7	1.5	38°42'43.41"N	9°07'29.13"W	Av. Infante Dom Henrique
P8	1.5	38°42'35.45"N	9°07'45.99"W	Largo do Terreiro do Trigo
P9R	1.5	38°44'19.07"N	9°06'58.70"W	Rua de Cima de Chelas
P10	1.5	38°44'14.00"N	9°06'14.71"W	Rua Amigos de Lisboa
P11	1.5	38°46'26.96"N	9°10'49.65"W	Azinhaga da Fonte Velha

Cada medição teve a duração mínima de 15 minutos e houve o cuidado de escolher alturas do dia diferentes para melhor caracterizar o ambiente sonoro. Por cada ponto foram feitas medições que no total somam 90 minutos durante cada período analisado. Todas as medições foram efetuadas a 1.5 m de altura, tendo sido feita a recolha do parâmetro L_{Aeq} relativo a cada período em 1/3 de oitava, malha de ponderação de frequência A, e ponderação de tempo Fast e Impulse. Não foram identificadas componentes tonais ou impulsivas durante as medições.

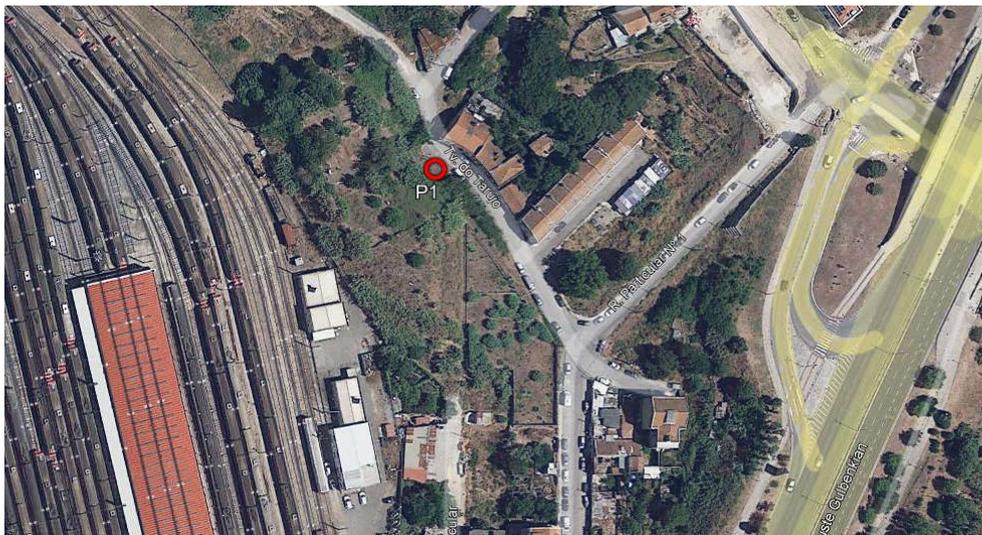


Figura 6 – Localização de Recetores, P1 - Medição de Ruído



Figura 7 – Localização de Recetores, P2 e P3 - Medição de Ruído



Figura 8 – Localização de Recetores, P4 e P5 - Medição de Ruído

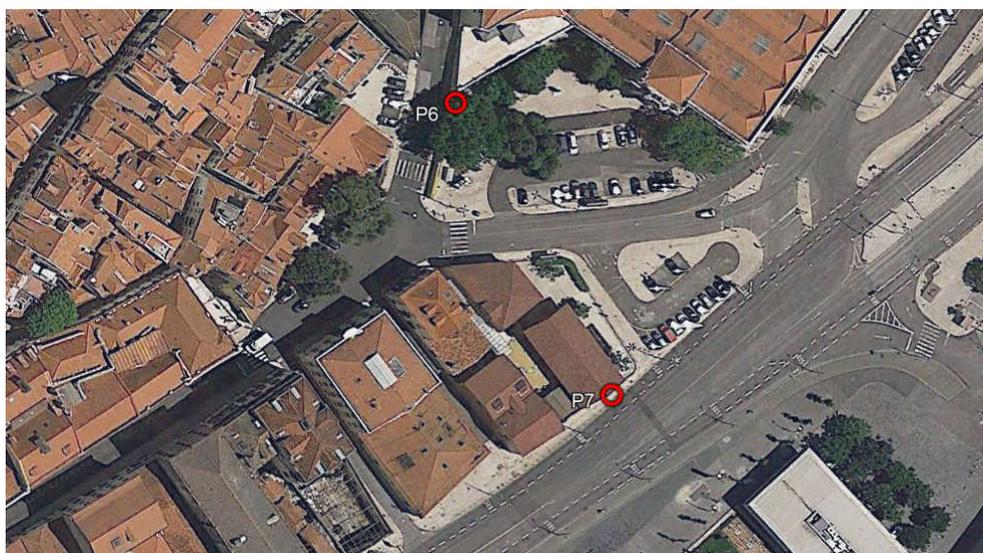


Figura 9 – Localização de Recetores, P6 e P7 - Medição de Ruído



Figura 10 – Localização de Recetores, P8 - Medição de Ruído



Figura 11 – Localização de Recetores, P9R - Medição de Ruído

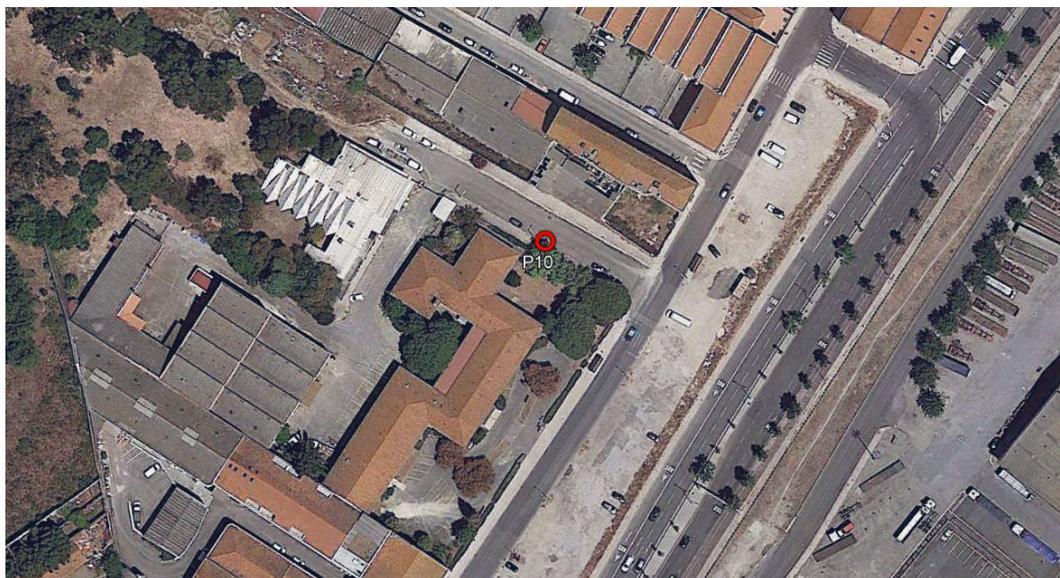


Figura 12 – Localização de Recetores, P10 - Medição de Ruído

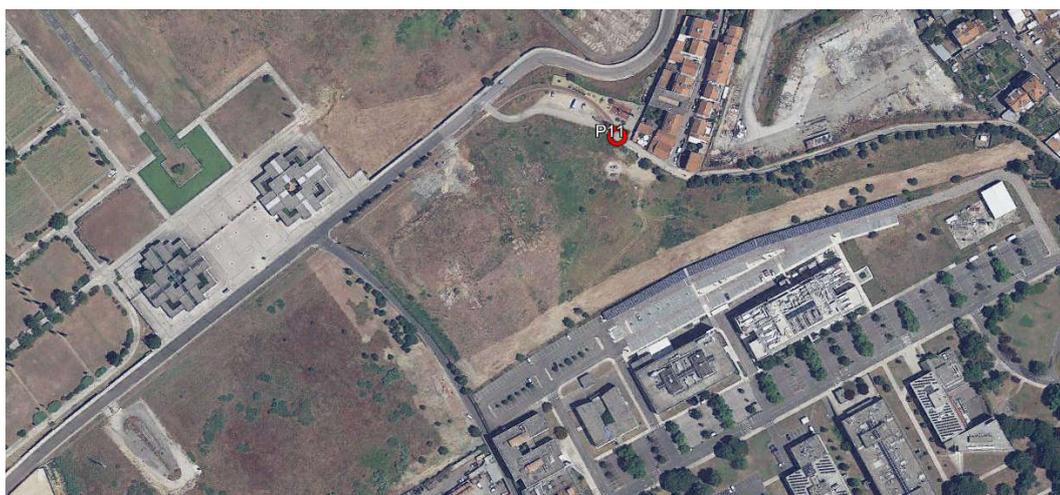


Figura 13 – Localização de Recetores, P11 - Medição de Ruído

Os resultados obtidos, depois de calculadas as médias, são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Valores de Ruído Medidos

Ponto	Indicadores de ruído em dBA				Descrição do ponto de monitorização
	L_d	L_e	L_n	L_{den}	
P1	60.7	58.4	55.3	63.1	Estação ferroviária de Campolide
P2	67.3	N.E.	N.E.	N.E.	Av. Da Liberdade
P3	53.6	N.E.	N.E.	N.E.	Rua de Santa Marta
P4	69.6	N.E.	N.E.	N.E.	Av. Almirante Reis
P5	61.7	N.E.	N.E.	N.E.	Rua dos Anjos
P6	70.2	67.2	53.8	69.3	Museu Militar
P7	73.9	N.E.	N.E.	N.E.	Av. Infante Dom Henrique
P8	60.8	N.E.	N.E.	N.E.	Largo do Terreiro do Trigo
P9R	58.2	57	42.7	57.9	Rua de Cima de Chelas
P10	58	56.4	48.5	58.8	Rua Amigos de Lisboa
P11	58	53	48.5	58.2	Azinhaga da Fonte Velha

N.E. – Não efetuada

A análise dos resultados permite concluir que:

- Os pontos P2, P4, P6 e P7 verificam $L_d > 65$ dBA, que será o limite máximo para ruído de obra durante o período diurno;
- Todos os pontos verificam $L_n < 55$ dBA que é o limite máximo para zonas mistas;
- Os pontos na Av. da Liberdade, Av. Almirante Reis, Museu Militar e Av. Infante Dom Henrique, são os mais expostos ao ruído do tráfego.

É importante referir que as medições efetuadas no ponto P11 foram efetuadas durante os três períodos dado que na altura de elaboração das campanhas se previa um estaleiro de apoio à obra que deveria conter processos industriais com potencial de geração de ruído. Após reconfiguração do plano, optou-se por considerar este espaço apenas como entreposto de materiais não sendo portanto relevante em termos de geração de ruído.

3.2 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES – VIBRAÇÕES

No Quadro 6 estão localizados os pontos onde foram efetuadas as medições de vibração. Nas medições efetuadas em cada ponto foram feitas medições em simultâneo com as medições de ruído, sendo que os valores apresentados são a média e o máximo de cada uma das medições.

A duração das medições durou 15 min. Durante as medições nestes pontos houve a preocupação de caracterizar os níveis de vibração residuais. As medições foram efetuadas em contínuo com recolha de dados com uma resolução temporal inferior a 1s. Desta forma a identificação dos eventos geradores de vibração é clara permitindo uma comparação com a situação de vibração residual.

A campanha foi exaustiva tendo-se efetuado pelo menos um ponto em cada local com potencial risco de vir a sentir o efeito das vibrações.

Cada medição teve a duração necessária por forma a garantir que estas incluíam os eventos mais relevantes e simultaneamente recolher dados médios.

Quadro 6 – Locais de medição dos níveis de vibração

Ponto	Coordenadas globais		Descrição do ponto de monitorização
	Lat.	Long.	
P1V	38°44'01.90"N	9°07'57.32"W	Estação ferroviária de Campolide
P2V	38°43'23.99"N	9°08'51.68"W	Av. Da Liberdade
P3V	38°43'22.23"N	9°08'45.06"W	Rua de Santa Marta
P4V	38°43'16.26"N	9°08'08.12"W	Av. Almirante Reis
P5V	38°43'16.28"N	9°08'05.49"W	Rua dos Anjos
P6V	38°42'43.41"N	9°07'29.13"W	Museu Militar
P7V	38°42'43.41"N	9°07'29.13"W	Av. Infante Dom Henrique
P8V	38°42'35.45"N	9°07'45.99"W	Largo do Terreiro do Trigo
P9V	38°44'16.16"N	9°06'57.69"W	Rua de Cima de Chelas
P10V	38°44'14.00"N	9°06'14.71"W	Rua Amigos de Lisboa

Note-se que os pontos de medição de vibrações coincidiram com os pontos de medição de ruído à exceção do ponto P9V, que foi localizado no local que estará potencialmente mais exposto a vibrações.

Assim a figura seguinte mostra este ponto juntamente com o local de medição de ruído (P9R).



Figura 14 – Localização das medições de vibração, P9V

Os resultados obtidos, depois de calculadas as médias e os valores máximos estão apresentadas no Quadro 7, as linhas sombreadas dizem respeito às medições efetuadas na fase de Estudo Prévio (2020) as restantes relativas à fase de Projeto de Execução (2021).

Quadro 7 – Valores de Vibração Medidos

Ponto	Parâmetros medidos		Descrição do ponto
	V_{rms} (mm/s)	V_{max} (mm/s)	
P1V	0,0573	0,1582	Estação ferroviária de Campolide
P2V	0,076017	0,201	Av. Da Liberdade
P3V	0,072217	0,0818	Rua de Santa Marta
P4V	0,293667	0,586	Av. Almirante Reis
P5V	0,036217	0,0467	Rua dos Anjos
P6V	0,044767	0,0788	Museu Militar
P7V	0,159333	0,196	Av. Infante Dom Henrique
P8V	0,039217	0,0465	Largo do Terreiro do Trigo
P9V	0,045433	0,136	Rua de Cima de Chelas
P10V	0,028161	0,039	Rua Amigos de Lisboa

Nota: V_{rms} , corresponde ao valor médio medido durante o evento emergente, e V_{max} o valor de velocidade máximo.

A análise dos resultados permite concluir que:

- À exceção do ponto PV4, na Almirante Reis e PV7 na Av. Infante Dom Henrique, todos os valores de V_{rms} se encontram abaixo de 0,11 mm/s, que é o valor, que de acordo com o critério de incomodidade do LNEC é o limiar máximo de conforto em termos de vibração (ver Quadro 1);
- Todos os valores de V_{rms} se encontram muito abaixo de 3,5 mm/s, que é o valor, que de acordo com o critério de danos em habitações do LNEC é o limiar máximo que sugere a inexistência de danos ou estes serem praticamente nulos (ver Quadro 2);
- Nos pontos medidos não se verificam níveis de vibração com particular importância em termos de conforto para o ser humano.

ANEXO A
RELATÓRIOS TÉCNICOS RELATIVOS ÀS MEDIÇÕES EFETUADAS (RUIDO E VIBRAÇÕES)

*PROJETO DE EXECUÇÃO – RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO
PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)*

*VOLUME 4 – ANEXOS
ANEXO 13 – RUIDO E VIBRAÇÕES*

ANEXO 13.1 – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.131-R0



Responsável pelo RECAPE





Avaliação Acústica

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

Requerente: AGRI PRO AMBIENTE CONSULTORES SA

Referência do Relatório: 21.407.RAIE.TuneisDrenagem_Lisboa

Atividade avaliada: Situação de referência - Túneis do Plano Geral de Drenagem de Lisboa

Local do Ensaio: Monsanto – Santa Apolónia e Chelas – Beato

Processo: -

Data dos Ensaios: 23 a 28/06/2021

Data do Relatório: 05/07/2021

Total de Páginas: 49
(inclui 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 | sonometria@sonometria.pt
www.sonometria.pt

ÍNDICE

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO	3
1.1. Descrição e Objetivo	3
1.2. Dados Identificadores dos Ensaaios	3
1.3. Definições	4
2. CONTEXTO LEGISLATIVO E PROCEDIMENTOS DE MEDIDA E DE CÁLCULO	6
2.1. Metodologia	6
2.2. Instrumentação e Medições	7
2.3. Condições meteorológicas	8
3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES	10
3.1. Dados Obtidos	10
3.3. Avaliação dos Valores Limite de Exposição	30
3.4. Interpretação dos Resultados e Conclusões	33
ANEXOS	34
A LOCALIZAÇÃO E FOTOGRAFIAS	35
B PLANO DE AMOSTRAGENS	46
D CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO (L0535)	47

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

1.1. Descrição e Objetivo

O presente relatório foi realizado no âmbito da caracterização da situação de referência para os recetores sensíveis potencialmente mais incomodados com a construção do sistema de Túneis do Plano Geral de Drenagem de Lisboa Monsanto – Santa Apolónia e Chelas – Beato.

O valor-limite de exposição (art.º 13.º alínea a) do Decreto-Lei 9/2007 – Regulamento Geral de Ruído constitui a regra de decisão seguida para declarar a conformidade com os requisitos legais.

Foi avaliada a situação de referência para os recetores sensíveis selecionados.

Na realização das medições dos níveis sonoros foi seguido o descrito nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2019), no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020), sendo os resultados interpretados de acordo com os limites estabelecidos no Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro [RGR].

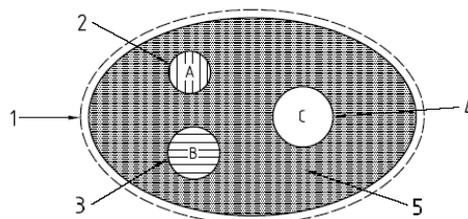
1.2. Dados Identificadores dos Ensaaios

Requerente	AGRI PRO AMBIENTE CONSULTORES SA
Atividade avaliada	Situação de referência
Localização da atividade	Lisboa
Locais das medições no exterior	<p>P01 – 38°44'01.90"N 9°07'57.32"W</p> <p>P02 – 38°43'23.99"N 9°08'51.68"W</p> <p>P03 – 38°43'22.23"N 9°08'45.06"W</p> <p>P04 – 38°43'16.26"N 9°08'08.12"W</p> <p>P05 – 38°43'16.28"N 9°08'05.49"W</p> <p>P06 – 38°42'43.41"N 9°07'29.13"W</p> <p>P07 – 38°42'43.41"N 9°07'29.13"W</p> <p>P08 – 38°42'35.45"N 9°07'45.99"W</p> <p>P09R – 38°44'19.07"N 9°06'58.70"W</p> <p>P10 – 38°44'14.00"N 9°06'14.71"W</p> <p>P11 – 38°46'26.96"N 9°10'49.65"W</p>
Identificação/Caracterização das Fontes de Ruído	Ruídos de tráfego rodoviário, ruídos da natureza ruídos de tráfego ferroviário

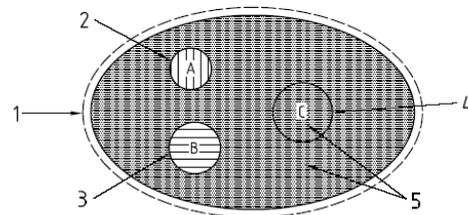
1.3. Definições

- **Designações do som introduzidas pelas Normas ISO 1996 (2019)** - 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 flutuante** - 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.
- **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:

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

- **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 1996-1:2019
	Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-2:2019
		SPT_08_RAMB_Lden_08

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 (2019), e no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020). A análise dos resultados é realizada de acordo com o Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de janeiro.

Na avaliação dos valores limite é verificado o disposto no **Capítulo III – Artigo 11º - Valores limite de exposição**, nomeadamente;

Ponto 1 – Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

- As **zonas mistas** não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As **zonas sensíveis** não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

Ponto 3 - Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os nºs 2 e 3 do artigo 6º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos recetores sensíveis os valores limites de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

Capítulo III – Artigo 13º - Atividades ruidosas permanentes

Ponto 1 – “A instalação e o exercício de atividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos recetores sensíveis isolados estão sujeitos”:

- a) “Ao cumprimento dos valores limite fixados no artigo 11º”; (...)

Incertezas:

De acordo com o “Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996 - Julho 2020” da Agência Portuguesa do Ambiente (cap. 2.3.4), os resultados finais das medições/cálculos, a constarem do relatório do ensaio acústico, serão arredondados ao número inteiro e sem apresentação nem contabilização de incertezas, a fim de serem comparados com os valores-limite estabelecidos no RGR.

O valor-limite de exposição (art.º 13.º alínea a) do Dec-Lei 9/2007 – Regulamento Geral de Ruído) constitui a regra de decisão seguida, para declarar a conformidade com os requisitos legais.

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 Solo 01 dB, Modelo Solo Master, nº de Série 61277 e respetivo calibrador acústico Rion NC-74 nº de Série 34683823:
Data da Última Verificação Periódica: outubro de 2021;
Certificado de Calibração número CACV1060/20-1C e de Verificação número VACV517-20-1C.
- Termoanemómetro Marca Kestrel, Modelo 5500, SN 2154674, Certificados de Calibração CL-6494TP-20, CL-7322TH-20 de 2020-03-03 e LAC.2020.0056 de 2020-03-05 (termómetro e anemómetro, respetivamente).

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.

No ponto exterior as medições de longa duração foram realizadas com o microfone do sonómetro situado a uma altura de 1,5 m acima da cota do recetor sensível avaliado.

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.

No presente caso as amostragens foram efetuadas em conformidade com o Procedimento Interno do Laboratório, 3 amostragens de 15 minutos cada num dia, e mais 3 amostragens de 15 minutos noutra dia. Realização de uma amostragem acrescida quando ocorrem diferenciais superiores a 5 dB entre amostras, tal como se descreve no Anexo B – Plano de Amostragens.

2.3. Condições meteorológicas

Sempre que se concluir que o ponto recetor está sujeito à influência das condições meteorológicas (isto é, quando não se verificar a fórmula (11) da NP ISO 1996-2(*), aplicável a solo poroso), os procedimentos de medição por técnica de amostragem devem ser efetuados preferencialmente sob condições favoráveis ou muito favoráveis à propagação sonora (secção 8.2 da NP ISO 1996-2).

Os níveis de pressão sonora variam com as condições meteorológicas. Caso se verifique a condição em baixo apresentada, então não há necessidade de analisar quais as condições meteorológicas, nas medições, embora as mesmas sejam sempre indicadas no relatório, independentemente de influenciarem, ou não, as medições:

$$(*) (hs + hr) / D \geq 0.1$$

Onde:

hs – Altura relativa da(s) fonte(s) em metros.

hr – Altura relativa do microfone em metros.

D – Distância linear entre a(s) fonte(s) e o microfone (ou entre a fonte e o recetor) em metros.

Neste caso, de acordo com a NP ISO 1996-2:2019 as medições de curta duração (uma amostra, ou poucas) devem ser realizadas durante condições favoráveis ou muito favoráveis de propagação sonora, correspondentes às janelas meteorológicas M3 e M4, respetivamente, conforme definido no quadro 2. Estas janelas meteorológicas correspondem às situações em que o valor típico da componente vetorial da velocidade do vento a 10 m de altura se situa entre os 3 m/s e os 6 m/s, janela meteorológica M3 ou favorável, e às situações em que o valor típico da componente vetorial da velocidade do vento a 10 m de altura é superior a 6 m/s, durante o dia, ou superior ou igual a - 1 m/s, durante a noite, janela meteorológica M4 ou muito favorável.

As janelas meteorológicas encontram-se definidas no quadro 4 da norma NP ISO 1996-2, que se transcreve no quadro seguinte.

Janelas meteorológicas	Alcance D/R_{cur}	Valor representativo D/R_{cur}	Descrição verbal
M1a)	< - 0,04	- 0,08	Desfavorável
M2b)	- 0,04 ... 0,04	0,00	Neutro ou homogéneo
M3c)	0,04 ... 0,12	0,08	Favorável
M4d)	> 0,12	0,16	Muito favorável

- Valor típico da componente vetorial da velocidade do vento a 10 m: < 1 m/s e < - 1 m/s, respetivamente para o dia e para a noite.
- Valor típico da componente vetorial da velocidade do vento a 10 m: 1 m/s a 3 m/s.
- Valor típico da componente vetorial da velocidade do vento a 10 m: 3 m/s a 6 m/s.
- Valor típico da componente vetorial da velocidade do vento a 10 m: > 6 m/s e \geq - 1 m/s, respetivamente para o dia e para a noite.

Nas medições realizadas para todos os pontos recetores a condição em cima apresentada (*) é verificada, pelo que não há necessidade de analisar quais as condições meteorológicas, nas medições, embora as mesmas sejam sempre indicadas no relatório, independentemente de influenciarem, ou não, as medições.

3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

3.1. Dados Obtidos

Os resultados (médios) das medições de ruído ambiente e ruído residual, realizadas para os Períodos considerados são apresentados nos quadros seguintes.

P01 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 32	23/06/2021	Das 11h30 às 11h45	60,3	63,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 33	23/06/2021	Das 11h45 às 12h00	61,4	63,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 34	23/06/2021	Das 12h00 às 12:15	59,9	61,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 109	26/06/2021	Das 19h00 às 19h15	59,0	61,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 72%
Med.5 Mem. 110	26/06/2021	Das 19h15 às 19h30	61,0	63,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 72%
Med.6 Mem. 111	26/06/2021	Das 19h30 às 19h45	62,0	64,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 72%

P02 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 35	23/06/2021	Das 14h45 às 15h00	65,9	68,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 36	23/06/2021	Das 15h00 às 15h15	67,9	70,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 37	23/06/2021	Das 15h15 às 15h30	66,2	68,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 139	28/06/2021	Das 08h50 às 09h05	68,5	71,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 140	28/06/2021	Das 09h05 às 09h20	67,9	70,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 141	28/06/2021	Das 09h20 às 09h35	67,0	69,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

P03 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 38	23/06/2021	Das 15h50 às 16h05	52,6	55,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 39	23/06/2021	Das 16h05 às 16h20	52,9	55,4	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 40	23/06/2021	Das 16h20 às 16h35	53,6	55,5	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 142	28/06/2021	Das 09h50 às 10h05	53,4	55,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 143	28/06/2021	Das 10h05 às 10h20	53,2	55,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 144	28/06/2021	Das 10h20 às 10h35	55,4	58,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

Ponto 4 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 41	23/06/2021	Das 17h00 às 17h15	71,4	76,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e ferroviário e circulação de pessoas pontualmente audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 42	23/06/2021	Das 17h15 às 17h30	71,5	76,4	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e ferroviário e circulação de pessoas pontualmente audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 43	23/06/2021	Das 17h30 às 17h45	70,8	75,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e ferroviário e circulação de pessoas pontualmente audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 145	28/06/2021	Das 11h10 às 11h25	66,0	70,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e ferroviário e circulação de pessoas pontualmente audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 146	28/06/2021	Das 11h25 às 11h40	66,8	71,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e ferroviário e circulação de pessoas pontualmente audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 147	28/06/2021	Das 11h40 às 11h55	67,4	72,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e ferroviário e circulação de pessoas pontualmente audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

Ponto 5 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 44	23/06/2021	Das 18h00 às 18h15	63,0	65,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 45	23/06/2021	Das 18h15 às 18h30	59,8	62,4	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 46	23/06/2021	Das 18h30 às 18h45	60,7	63,5	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 94	25/06/2021	Das 17h00 às 17h15	61,4	63,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 26°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 95	25/06/2021	Das 17h15 às 17h30	60,5	63,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 26°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 96	25/06/2021	Das 17h30 às 17h45	63,6	66,3	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 26°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%

Ponto 6 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 58	24/06/2021	Das 14h00 às 14h15	72,1	75,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 59	24/06/2021	Das 14h15 às 14h30	70,9	73,5	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 60	24/06/2021	Das 14h30 às 14h45	68,8	71,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 85	25/06/2021	Das 14h30 às 14h45	68,1	70,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 86	25/06/2021	Das 14h45 às 15h00	71,0	74,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 87	25/06/2021	Das 15h00 às 15h15	68,8	71,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%

Ponto 7 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 61	24/06/2021	Das 15h05 às 15h20	73,0	75,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 62	24/06/2021	Das 15h20 às 15h35	73,4	76,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 63	24/06/2021	Das 15h35 às 15h50	73,0	75,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 88	25/06/2021	Das 15h25 às 15h40	73,3	76,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 89	25/06/2021	Das 15h40 às 15h55	74,6	77,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 90	25/06/2021	Das 15h55 às 16h10	75,3	78,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%

Ponto 8 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 64	24/06/2021	Das 16h20 às 16h35	59,7	62,3	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário pontual e circulação de pessoas audível; Ruído de obras em edifícios; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 65	24/06/2021	Das 16h35 às 16h50	60,4	63,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário pontual e circulação de pessoas audível; Ruído de obras em edifícios; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 66	24/06/2021	Das 16h50 às 17h05	61,3	64,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário pontual e circulação de pessoas audível; Ruído de obras em edifícios; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 91	25/06/2021	Das 16h25 às 16h40	60,8	63,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário pontual e circulação de pessoas audível; Ruído de obras em edifícios; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 92	25/06/2021	Das 16h40 às 16h55	60,9	63,4	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário pontual e circulação de pessoas audível; Ruído de obras em edifícios; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 93	25/06/2021	Das 16h55 às 17h10	61,4	64,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário pontual e circulação de pessoas audível; Ruído de obras em edifícios; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%

Ponto 9 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 121	27/06/2021	Das 14h30 às 14h45	59,2	64,3	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.2 Mem. 122	27/06/2021	Das 14h45 às 15h00	55,4	60,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.3 Mem. 123	27/06/2021	Das 15h00 às 15h15	58,6	63,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.4 Mem. 136	28/06/2021	Das 7h20 às 7h35	58,3	62,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; emp. 16°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 137	28/06/2021	Das 7h35 às 7h50	59,4	64,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; emp. 16°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 138	28/06/2021	Das 7h50 às 8h05	57,4	62,3	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; emp. 16°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

Ponto 10 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 67	24/06/2021	Das 17h35 às 17h50	59,0	61,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 68	24/06/2021	Das 17h50 às 18h05	59,8	62,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 69	24/06/2021	Das 18h05 às 18h20	58,4	61,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 124	27/06/2021	Das 15h30 às 15h45	56,9	59,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.5 Mem. 125	27/06/2021	Das 15h45 às 16h00	56,1	59,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.6 Mem. 126	27/06/2021	Das 16h00 às 16h15	56,2	58,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%

Ponto 11 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 47	23/06/2021	Das 18h55 às 19h10	58,8	62,7	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 3,1 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 48	23/06/2021	Das 19h10 às 19h25	55,5	58,1	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 3,1 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 49	23/06/2021	Das 19h25 às 19h40	57,4	60,4	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 3,1 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 94	25/06/2021	Das 18h00 às 18h15	58,5	60,9	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 20°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 62%
Med.5 Mem. 95	25/06/2021	Das 18h15 às 18h30	58,9	62,0	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 20°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 62%
Med.6 Mem. 96	25/06/2021	Das 18h30 às 18h45	58,1	61,0	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 20°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 62%

P01 - Período do Entardecer (20h-23h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 50	23/06/2021	Das 20h05 às 20h20	57,3	59,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 51	23/06/2021	Das 20h20 às 20h35	58,2	61,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 52	23/06/2021	Das 20h35 às 20h50	60,1	63,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 70	24/06/2021	Das 20h20 às 20h35	58,9	61,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.5 Mem. 71	24/06/2021	Das 20h35 às 20h50	57,0	60,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.6 Mem. 72	24/06/2021	Das 20h50 às 21h05	58,4	61,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%

Ponto 6 - Período do Entardecer (20h-23h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 100	25/06/2021	Das 21h30 às 21h45	66,9	69,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 50%
Med.2 Mem. 101	25/06/2021	Das 21h45 às 22h00	68,5	72,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 50%
Med.3 Mem. 102	25/06/2021	Das 22h00 às 22h15	65,7	68,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 50%
Med.4 Mem. 112	26/06/2021	Das 21h00 às 21h15	66,7	69,5	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.5 Mem. 113	26/06/2021	Das 21h15 às 21h30	68,6	71,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.6 Mem. 114	26/06/2021	Das 21h30 às 21h45	66,2	69,5	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%

Ponto 9 - Período do Entardecer (20h-23h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 53	23/06/2021	Das 22h10 às 22h25	55,0	57,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 54	23/06/2021	Das 22h25 às 22h40	58,6	61,5	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 55	23/06/2021	Das 22h40 às 22h55	58,1	61,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 127	27/06/2021	Das 20h30 às 20h45	56,2	59,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível;emp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 128	27/06/2021	Das 20h45 às 21h00	57,8	60,4	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível;emp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 129	27/06/2021	Das 21h00 às 21h15	55,0	58,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Tráfego ferroviário esporadicamente audível;emp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%

Ponto 10 - Período do Entardecer (20h-23h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 115	26/06/2021	Das 22h10 às 22h25	57,9	60,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.2 Mem. 116	26/06/2021	Das 22h25 às 22h40	55,4	58,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.3 Mem. 117	26/06/2021	Das 22h40 às 22h55	56,6	59,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.4 Mem. 130	27/06/2021	Das 22h00 às 22h15	55,3	58,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 131	27/06/2021	Das 22h15 às 22h30	57,5	60,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 132	27/06/2021	Das 22h30 às 22h45	54,9	57,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%

Ponto 11 - Período do Entardecer (20h-23h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 73	24/06/2021	Das 22h05 às 22h20	54,8	57,9	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.2 Mem. 74	24/06/2021	Das 22h20 às 22h35	54,0	56,9	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.3 Mem. 75	24/06/2021	Das 22h35 às 22h50	52,2	56,0	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.4 Mem. 97	25/06/2021	Das 20h20 às 20h35	51,2	54,3	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 2,3 m/s; HR 50%
Med.5 Mem. 98	25/06/2021	Das 20h35 às 20h50	53,3	56,1	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 2,3 m/s; HR 50%
Med.6 Mem. 99	25/06/2021	Das 20h50 às 21h05	51,0	53,9	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 2,3 m/s; HR 50%

P01 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 55	24/06/2021	Das 05h45 às 06h00	57,8	60,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 77%
Med.2 Mem. 56	24/06/2021	Das 06h00 às 06h15	58,0	61,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 77%
Med.3 Mem. 57	24/06/2021	Das 06h15 às 06h30	58,1	60,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego aéreo esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 77%
Med.4 Mem. 76	25/06/2021	Das 00h30 às 00h15	48,3	51,0	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.5 Mem. 77	25/06/2021	Das 00h15 às 00h30	47,1	50,3	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.6 Mem. 78	25/06/2021	Das 00h30 às 00h35	45,6	48,4	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%

Ponto 6 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 79	25/06/2021	Das 01h15 às 01h30	56,7	59,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.2 Mem. 80	25/06/2021	Das 01h30 às 01h45	55,0	58,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.3 Mem. 81	25/06/2021	Das 01h45 às 02h00	53,1	56,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.4 Mem. 103	26/06/2021	Das 00h30 às 00h45	53,2	55,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.5 Mem. 104	26/06/2021	Das 00h45 às 01h00	51,3	54,4	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.6 Mem. 105	26/06/2021	Das 01h00 às 01h15	49,7	53,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído de algum tráfego rodoviário e circulação de pessoas audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%

Ponto 9 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 82	25/06/2021	Das 02h00 às 02h15	43,2	46,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.2 Mem. 83	25/06/2021	Das 02h15 às 02h30	41,7	44,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.3 Mem. 84	25/06/2021	Das 02h30 às 02h45	40,6	43,0	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.4 Mem. 106	26/06/2021	Das 02h00 às 02h15	44,3	47,6	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.5 Mem. 107	26/06/2021	Das 02h15 às 02h30	43,4	46,2	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.6 Mem. 108	26/06/2021	Das 02h30 às 02h45	42,0	45,3	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%

Ponto 10 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 118	27/06/2021	Das 01h15 às 01h30	50,9	53,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.2 Mem. 119	27/06/2021	Das 01h30 às 01h45	49,7	52,8	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.3 Mem. 120	27/06/2021	Das 01h45 às 02h00	48,0	50,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.4 Mem. 133	28/06/2021	Das 05h00 às 05h15	45,1	47,9	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 81%
Med.5 Mem. 134	28/06/2021	Das 05h15 às 05h30	46,2	49,1	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 81%
Med.6 Mem. 135	28/06/2021	Das 05h30 às 05h45	48,7	51,7	Tonais: Não Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário esporadicamente audível; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 81%

Ponto 11 - Período Noturno (23h-07h) - Medições de Ruído Ambiente

ID	Data	Intervalo de medição	L _{Aeq fast} [dB(A)]	L _{Aeq imp.} [dB(A)]	Componentes Penalizantes	Observações
Med.1 Mem. 118	27/06/2021	Das 02h15 às 02h30	43,1	45,9	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário muito esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.2 Mem. 119	27/06/2021	Das 02h30 às 02h45	44,2	47,0	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário muito esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.3 Mem. 120	27/06/2021	Das 02h45 às 03h00	42,7	45,5	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário muito esporadicamente audível; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.4 Mem. 130	28/06/2021	Das 23h05 às 23h20	51,7	54,4	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário muito esporadicamente audível; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 131	28/06/2021	Das 23h20 às 23h35	50,9	54,0	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário muito esporadicamente audível; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 132	28/06/2021	Das 23h35 às 23h50	49,3	53,1	Tonais: 0:00 Impulsivas: Não	Ruído da natureza (folhagem); Ruído tráfego rodoviário muito esporadicamente audível; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%

3.3. Avaliação dos Valores Limite de Exposição

(verificação do artigo 11º, do Regulamento Geral do Ruído)

O resultado das medições é apresentado na forma de média logarítmica, das medições realizadas entre os dias 23 e 28 de junho 2021.

Os indicadores resultantes foram os seguintes:

P01 - Período Diurno (07h-20h)				Período do Entardecer (20h-23h)				Período Noturno (23h-07h)				
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _e [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _n [dB(A)]	L _{den} [dB(A)]
Med.1	23/06/2021	60,3	60,7	Med.1	23/06/2021	57,3	58,4	Med.1	24/06/2021	57,8	55,3	63,1
Med.2	23/06/2021	61,4		Med.2	23/06/2021	58,2		Med.2	24/06/2021	58,0		
Med.3	23/06/2021	59,9		Med.3	23/06/2021	60,1		Med.3	24/06/2021	58,1		
Med.4	26/06/2021	59,0		Med.4	24/06/2021	58,9		Med.4	25/06/2021	48,3		
Med.5	26/06/2021	61,0		Med.5	24/06/2021	57,0		Med.5	25/06/2021	47,1		
Med.6	26/06/2021	62,0		Med.6	24/06/2021	58,4		Med.6	25/06/2021	45,6		

P02 - Período Diurno (07h-20h)

ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]
Med.1	23/06/2021	65,9	67,3
Med.2	23/06/2021	67,9	
Med.3	23/06/2021	66,2	
Med.4	28/06/2021	68,5	
Med.5	28/06/2021	67,9	
Med.6	28/06/2021	67,0	

P03 - Período Diurno (07h-20h)

ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]
Med.1	23/06/2021	52,6	53,6
Med.2	23/06/2021	52,9	
Med.3	23/06/2021	53,6	
Med.4	28/06/2021	53,4	
Med.5	28/06/2021	53,2	
Med.6	28/06/2021	55,4	

P04 - Período Diurno (07h-20h)

ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]
Med.1	23/06/2021	71,4	69,6
Med.2	23/06/2021	71,5	
Med.3	23/06/2021	70,8	
Med.4	28/06/2021	66,0	
Med.5	28/06/2021	66,8	
Med.6	28/06/2021	67,4	

P05 - Período Diurno (07h-20h)

ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]
Med.1	23/06/2021	63,0	61,7
Med.2	23/06/2021	59,8	
Med.3	23/06/2021	60,7	
Med.4	25/06/2021	61,4	
Med.5	25/06/2021	60,5	
Med.6	25/06/2021	63,6	

P06 - Período Diurno (07h-20h)				Período do Entardecer (20h-23h)			Período Noturno (23h-07h)					
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _e [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _n [dB(A)]	L _{den} [dB(A)]
Med.1	24/06/2021	72,1	70,2	Med.1	25/06/2021	66,9	67,2	Med.1	25/06/2021	56,7	53,8	69,3
Med.2	24/06/2021	70,9		Med.2	25/06/2021	68,5		Med.2	25/06/2021	55,0		
Med.3	24/06/2021	68,8		Med.3	25/06/2021	65,7		Med.3	25/06/2021	53,1		
Med.4	25/06/2021	68,1		Med.4	26/06/2021	66,7		Med.4	26/06/2021	53,2		
Med.5	25/06/2021	71,0		Med.5	26/06/2021	68,6		Med.5	26/06/2021	51,3		
Med.6	25/06/2021	68,8		Med.6	26/06/2021	66,2		Med.6	26/06/2021	49,7		

P07 - Período Diurno (07h-20h)			
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]
Med.1	24/06/2021	73,0	73,9
Med.2	24/06/2021	73,4	
Med.3	24/06/2021	73,0	
Med.4	25/06/2021	73,3	
Med.5	25/06/2021	74,6	
Med.6	25/06/2021	75,3	

P08 - Período Diurno (07h-20h)			
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]
Med.1	24/06/2021	59,7	60,8
Med.2	24/06/2021	60,4	
Med.3	24/06/2021	61,3	
Med.4	25/06/2021	60,8	
Med.5	25/06/2021	60,9	
Med.6	25/06/2021	61,4	

P09 - Período Diurno (07h-20h)				Período do Entardecer (20h-23h)			Período Noturno (23h-07h)					
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _e [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _n [dB(A)]	L _{den} [dB(A)]
Med.1	27/06/2021	59,2	58,2	Med.1	23/06/2021	55,0	57,0	Med.1	25/06/2021	43,2	42,7	57,9
Med.2	27/06/2021	55,4		Med.2	23/06/2021	58,6		Med.2	25/06/2021	41,7		
Med.3	27/06/2021	58,6		Med.3	23/06/2021	58,1		Med.3	25/06/2021	40,6		
Med.4	28/06/2021	58,3		Med.4	27/06/2021	56,2		Med.4	26/06/2021	44,3		
Med.5	28/06/2021	59,4		Med.5	27/06/2021	57,8		Med.5	26/06/2021	43,4		
Med.6	28/06/2021	57,4		Med.6	27/06/2021	55,0		Med.6	26/06/2021	42,0		

P10 - Período Diurno (07h-20h)				Período do Entardecer (20h-23h)			Período Noturno (23h-07h)					
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _e [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _n [dB(A)]	L _{den} [dB(A)]
Med.1	24/06/2021	59,0	58,0	Med.1	26/06/2021	57,9	56,4	Med.1	27/06/2021	50,9	48,5	58,8
Med.2	24/06/2021	59,8		Med.2	26/06/2021	55,4		Med.2	27/06/2021	49,7		
Med.3	24/06/2021	58,4		Med.3	26/06/2021	56,6		Med.3	27/06/2021	48,0		
Med.4	27/06/2021	56,9		Med.4	27/06/2021	55,3		Med.4	28/06/2021	45,1		
Med.5	28/06/2021	56,1		Med.5	27/06/2021	57,5		Med.5	28/06/2021	46,2		
Med.6	29/06/2021	56,2		Med.6	27/06/2021	54,9		Med.6	28/06/2021	48,7		

P11 - Período Diurno (07h-20h)				Período do Entardecer (20h-23h)			Período Noturno (23h-07h)					
ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _d [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _e [dB(A)]	ID	Data	L _{Aeq fast} Parcial [dB(A)]	L _n [dB(A)]	L _{den} [dB(A)]
Med.1	23/06/2021	58,8	58,0	Med.1	24/06/2021	54,8	53,0	Med.1	27/06/2021	43,1	48,5	58,2
Med.2	23/06/2021	55,5		Med.2	24/06/2021	54,0		Med.2	27/06/2021	44,2		
Med.3	23/06/2021	57,4		Med.3	24/06/2021	52,2		Med.3	27/06/2021	42,7		
Med.4	25/06/2021	58,5		Med.4	25/06/2021	51,2		Med.4	28/06/2021	51,7		
Med.5	26/06/2021	58,9		Med.5	25/06/2021	53,3		Med.5	28/06/2021	50,9		
Med.6	27/06/2021	58,1		Med.6	25/06/2021	51,0		Med.6	28/06/2021	49,3		

3.4. Interpretação dos Resultados e Conclusões

Nos pontos analisados e nas condições verificadas nos dias de ensaio, os níveis sonoros de longa duração para a situação de referência, analisados no âmbito dos Valores Limite de Exposição no exterior (artigo 11º do Regulamento Geral do Ruído, indicadores L_{den} e L_n) não excedem os limites aplicáveis para a classificação definida por parte da autarquia para a envolvente como zona mista, exceção feita para o ponto P06, para o indicador L_{den} (diurno-entardecer-noturno).

Os resultados são válidos nas condições do ruído ambiente verificado nos dias em que decorreram as medições.

05-07-2021

Elaborado:



(Nuno Medina)
(Técnico de Laboratório)

Verificado e Aprovado por:



(João Pedro Silva)
(Eng.º Mc., D.F.A. Eng.ª Acústica)

ANEXOS

A | Localização e Fotografias

B | Plano de Amostragens

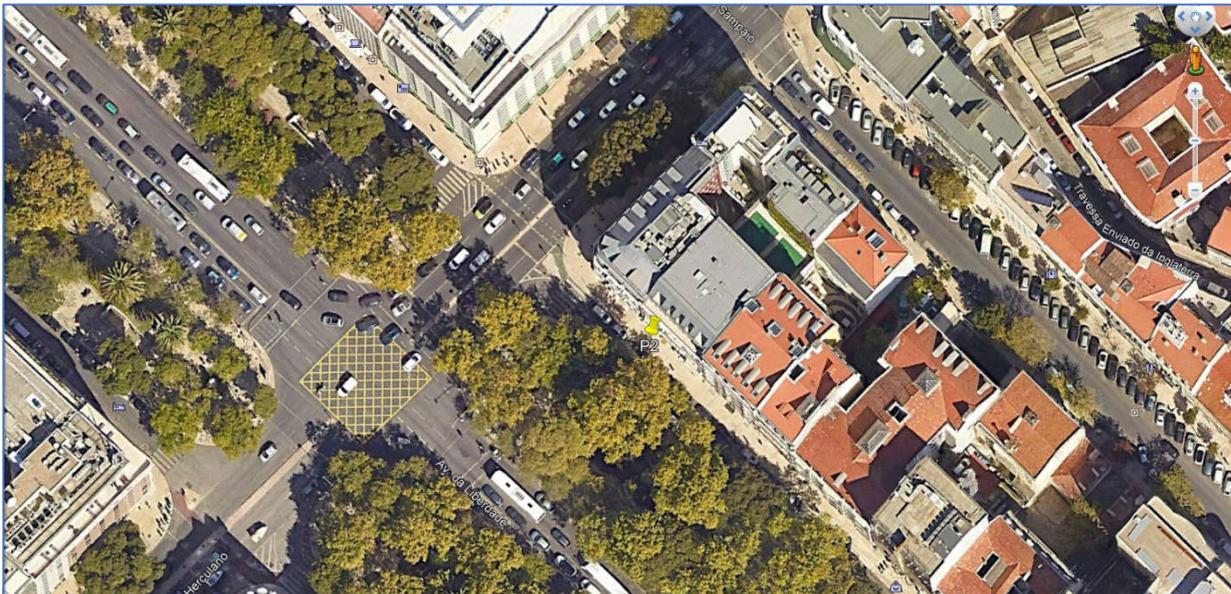
C | Certificado de Acreditação (L0535)

A | Localização e Fotografias

P01 – (38°44'01.90"N; 9°07'57.32"W)



P02 – (38°43'23.99"N; 9°08'51.68"W)



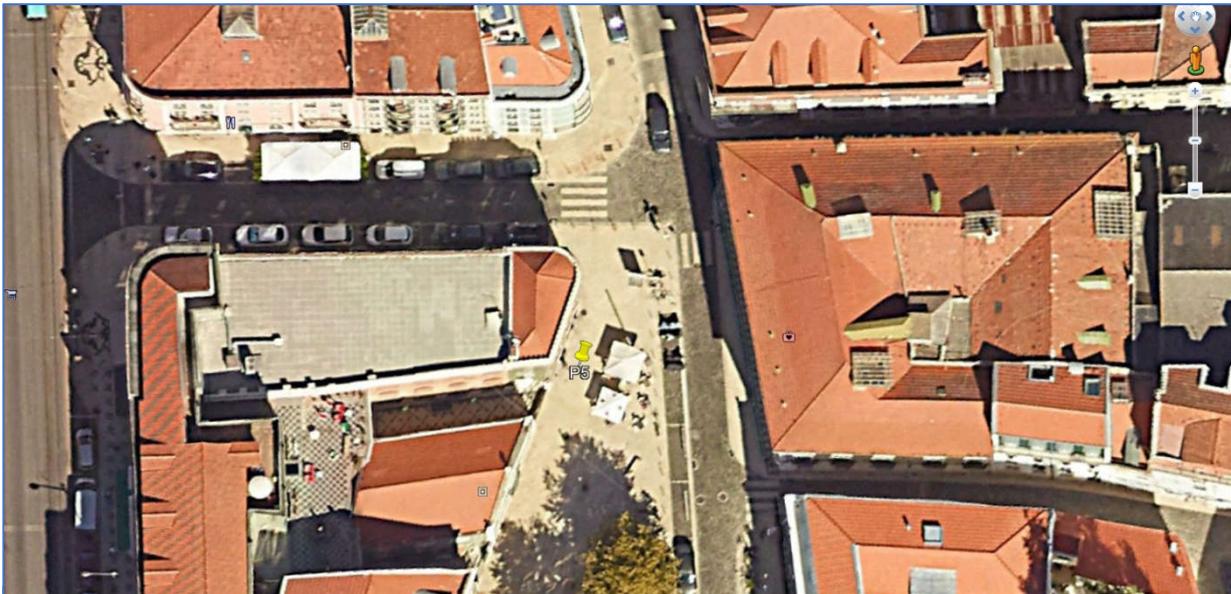
P03 – (38°43'22.23"N; 9°08'45.06"W)



P04 – (38°43'16.26"N; 9°08'08.12"W)



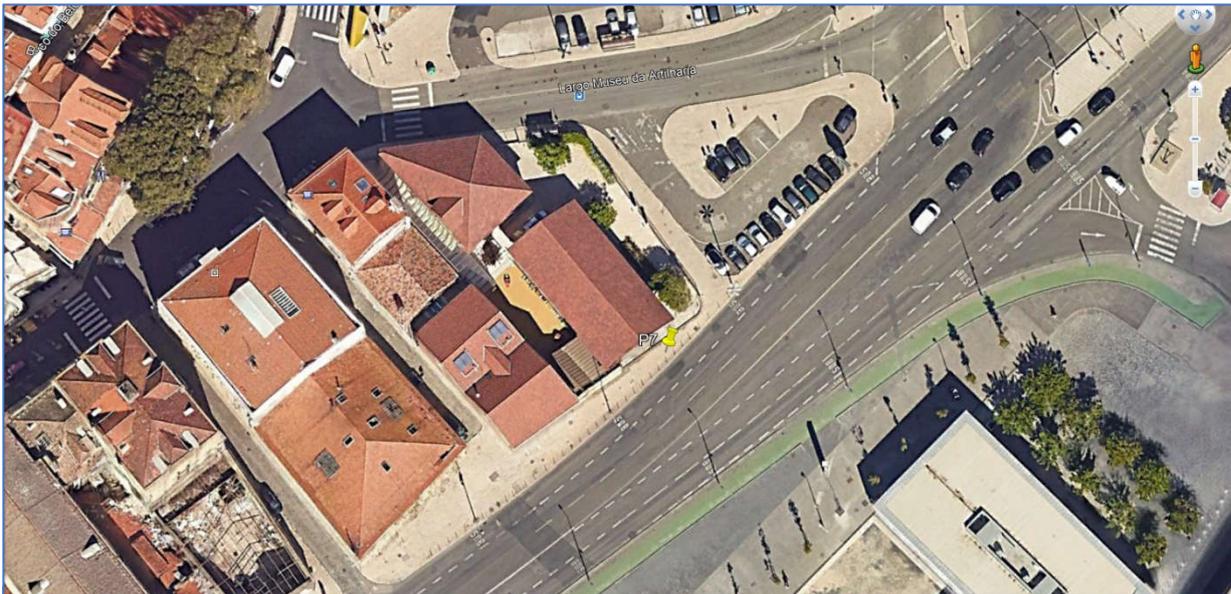
P05 – (38°43'16.28"N; 9°08'05.49"W)



P06 – (38°42'43.41"N; 9°07'29.13"W)



P07 – (38°42'43.41"N; 9°07'29.13"W)



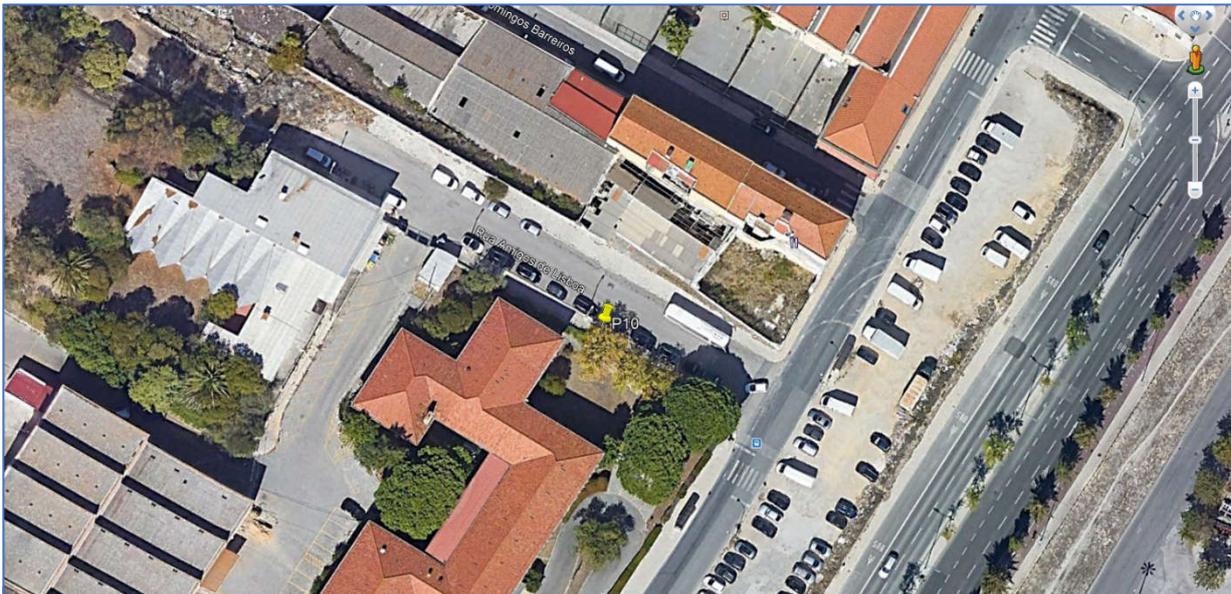
P08 – (38°42'35.45"N; 9°07'45.99"W)



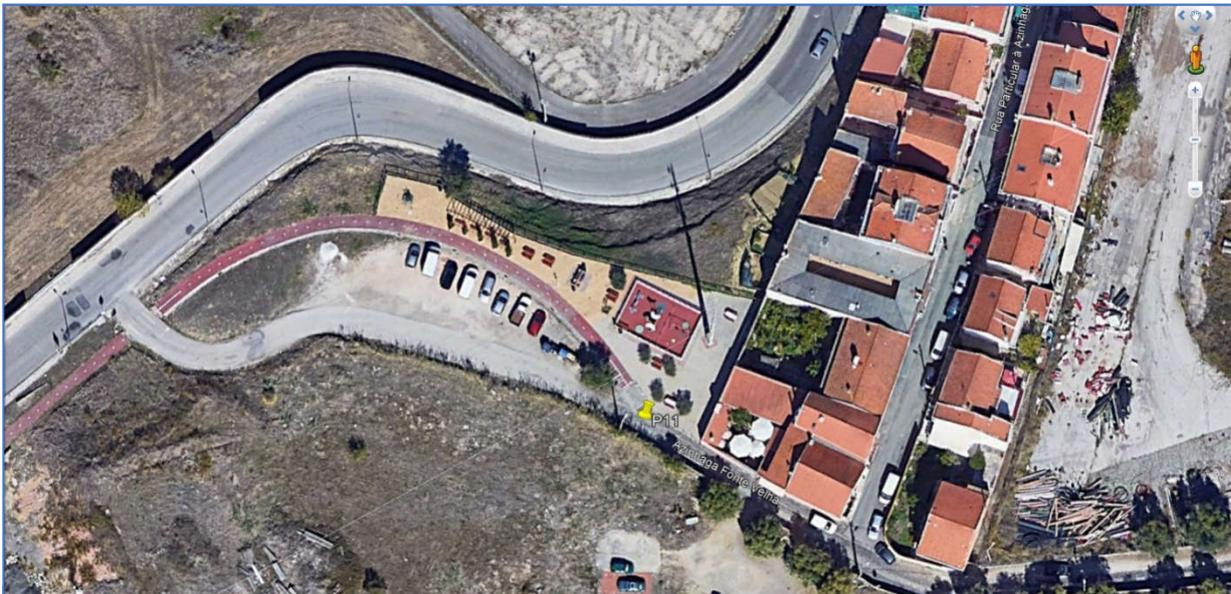
P09R – (38°44'19.07"N; 9°06'58.70"W)



P10 – (38°44'14.00"N; 9°06'14.71"W)



P11 – (38°46'26.96"N; 9°10'49.65"W)



B | 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 10/15 minutos (interior/exterior) num dia e 3 amostras de 10/15 minutos noutra 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.

D | 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 Estrada de Paço d'Arcos, 66
Address 2735-336 Cacém

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 2021-05-05 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/?0K2B-6P3G-6YJ3-24HS>

Os ensaios podem ser realizados segundo as seguintes categorias:

Testing may be performed according to the following categories:

- 0 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório
- 1 Ensaios realizados fora das instalações do laboratório ou em laboratórios móveis
- 2 Ensaios 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, executando o	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
---	-----------------------	---	--	---

Anexo Técnico de Acreditação L0535-1*Accreditation Technical Annex***Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança,
Lda.
Laboratório**

Nº <i>Nr</i>	Produto <i>Product</i>	Ensaio <i>Test</i>	Método de Ensaio <i>Test Method</i>	Categoria <i>Category</i>
-----------------	---------------------------	-----------------------	--	------------------------------

- 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, NF EN ISO abc, etc...).

Documento assinado
eletronicamente por
Paulo Tavares
Vice-Presidente

VIBRAÇÕES

Medição de vibrações para caracterização da situação de referência.

Requerente: AGRI PRO AMBIENTE CONSULTORES SA

Referência do Relatório: 21.407.VIBR.TuneisDrenagem_Lisboa

Atividade avaliada: Situação de referência - Túneis do Plano Geral de Drenagem de Lisboa

Local do Ensaio: Monsanto – Santa Apolónia e Chelas – Beato

Processo: -

Data dos Ensaios: 23 a 28/06/2021

Data do Relatório: 30/06/2021

Total de Páginas: 33
(inclui 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 | sonometria@sonometria.pt
www.sonometria.pt

ÍNDICE

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO	3
1.1. Descrição e Objetivo	3
1.2. Dados Identificadores dos Ensaios	3
3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES	4
3.1. Dados Obtidos	4
ANEXOS	22
A LOCALIZAÇÃO E FOTOGRAFIAS	23

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

1.1. Descrição e Objetivo

O presente relatório foi realizado no âmbito da caracterização da situação de referência para os recetores sensíveis potencialmente mais incomodados com a construção do sistema de Túneis do Plano Geral de Drenagem de Lisboa Monsanto – Santa Apolónia e Chelas – Beato.

O parâmetro avaliado é o valor eficaz das vibrações verticais em mm/s da situação de referência para os recetores sensíveis selecionados.

1.2. Dados Identificadores dos Ensaiois

Requerente	AGRI PRO AMBIENTE CONSULTORES SA
Atividade avaliada	Situação de referência
Localização da atividade	Lisboa
Locais das medições no exterior	P01 – 38°44'01.90"N 9°07'57.32"W P02 – 38°43'23.99"N 9°08'51.68"W P03 – 38°43'22.23"N 9°08'45.06"W P04 – 38°43'16.26"N 9°08'08.12"W P05 – 38°43'16.28"N 9°08'05.49"W P06 – 38°42'43.41"N 9°07'29.13"W P07 – 38°42'43.41"N 9°07'29.13"W P08 – 38°42'35.45"N 9°07'45.99"W P09V – 38°44'16.16"N 9°06'57.69"W P10 – 38°44'14.00"N 9°06'14.71"W
Identificação/Caracterização das Fontes de Ruído	Ruídos de tráfego rodoviário, ruídos da natureza ruídos de tráfego ferroviário

3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

3.1. Dados Obtidos

Os resultados (médios) das medições de vibrações, realizadas para os Períodos considerados são apresentados nos quadros seguintes.

P01 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 12	23/06/2021	Das 11h30 às 11h45	0,1582	Sem tráfego rodoviário ; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 13	23/06/2021	Das 11h45 às 12h00	0,0782	Sem tráfego rodoviário ; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 14	23/06/2021	Das 12h00 às 12h15	0,1470	Sem tráfego rodoviário ; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 78	26/06/2021	Das 19h00 às 19h15	0,0348	Sem tráfego rodoviário; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 72%
Med.5 Mem. 79	26/06/2021	Das 19h15 às 19h30	0,0467	Sem tráfego rodoviário; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 72%
Med.6 Mem. 80	26/06/2021	Das 19h30 às 19h45	0,0350	Sem tráfego rodoviário; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 72%

P02 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 15	23/06/2021	Das 14h45 às 15h00	0,2010	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 16	23/06/2021	Das 15h00 às 15h15	0,0558	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 17	23/06/2021	Das 15h15 às 15h30	0,4150	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 102	28/06/2021	Das 08h50 às 09h05	0,0557	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 103	28/06/2021	Das 09h05 às 09h20	0,0553	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 104	28/06/2021	Das 09h20 às 09h35	0,0468	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

P03 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 18	23/06/2021	Das 15h50 às 16h05	0,0783	Tráfego rodoviário; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 19	23/06/2021	Das 16h05 às 16h20	0,0614	Tráfego rodoviário; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 20	23/06/2021	Das 16h20 às 16h35	0,0818	Tráfego rodoviário; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 105	28/06/2021	Das 09h50 às 10h05	0,0734	Tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 106	28/06/2021	Das 10h05 às 10h20	0,0755	Tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 107	28/06/2021	Das 10h20 às 10h35	0,0674	Tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

Ponto 4 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 21	23/06/2021	Das 17h00 às 17h15	0,4190	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.2 Mem. 22	23/06/2021	Das 17h15 às 17h30	0,2390	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.3 Mem. 23	23/06/2021	Das 17h30 às 17h45	0,5860	Tráfego rodoviário, tráfego ferroviário pontual; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 2,6 m/s; HR 46%
Med.4 Mem. 108	28/06/2021	Das 11h10 às 11h25	0,1530	Tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 109	28/06/2021	Das 11h25 às 11h40	0,1820	Tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 110	28/06/2021	Das 11h40 às 11h55	0,1830	Tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

Ponto 5 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 24	23/06/2021	Das 18h00 às 18h15	0,0314	Algum tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 25	23/06/2021	Das 18h15 às 18h30	0,0257	Algum tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 26	23/06/2021	Das 18h30 às 18h45	0,0397	Algum tráfego rodoviário; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 69	25/06/2021	Das 17h00 às 17h15	0,0467	Algum tráfego rodoviário; Temp. 26°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 70	25/06/2021	Das 17h15 às 17h30	0,0382	Algum tráfego rodoviário; Temp. 26°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 71	25/06/2021	Das 17h30 às 17h45	0,0356	Algum tráfego rodoviário; Temp. 26°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%

Ponto 6 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 36	24/06/2021	Das 14h30 às 14h45	0,0502	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 37	24/06/2021	Das 14h45 às 15h00	0,0500	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 38	24/06/2021	Das 15h00 às 15h15	0,0405	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 60	25/06/2021	Das 14h30 às 14h45	0,0420	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 61	25/06/2021	Das 14h45 às 15h00	0,0578	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 62	25/06/2021	Das 15h00 às 15h15	0,0788	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 30%

Ponto 7 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 39	24/06/2021	Das 15h05 às 15h20	0,1710	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 40	24/06/2021	Das 15h20 às 15h35	0,1280	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 41	24/06/2021	Das 15h35 às 15h50	0,1670	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 63	25/06/2021	Das 15h25 às 14h40	0,1960	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 64	25/06/2021	Das 15h40 às 15h55	0,1620	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 65	25/06/2021	Das 15h55 às 16h10	0,1320	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%

Ponto 8 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 42	24/06/2021	Das 16h40 às 16h55	0,0357	Tráfego rodoviário pontual; Obras em edifícios; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 43	24/06/2021	Das 16h55 às 17h10	0,0349	Tráfego rodoviário pontual; Obras em edifícios; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 44	24/06/2021	Das 17h10 às 17h25	0,0307	Tráfego rodoviário pontual; Obras em edifícios; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 66	25/06/2021	Das 16h25 às 16h40	0,0429	Tráfego rodoviário pontual; Obras em edifícios; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.5 Mem. 67	25/06/2021	Das 16h40 às 16h55	0,0446	Tráfego rodoviário pontual; Obras em edifícios; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%
Med.6 Mem. 68	25/06/2021	Das 16h55 às 17h10	0,0465	Tráfego rodoviário pontual; Obras em edifícios; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 30%

Ponto 9 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 87	27/06/2021	Das 14h30 às 14h45	0,0578	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.2 Mem. 88	27/06/2021	Das 14h45 às 15h00	0,0354	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.3 Mem. 89	27/06/2021	Das 15h00 às 15h15	0,0497	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.4 Mem. 99	28/06/2021	Das 7h20 às 7h35	0,1360	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 100	28/06/2021	Das 7h35 às 7h50	0,0754	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 101	28/06/2021	Das 7h50 às 8h05	0,0594	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 3,2 m/s; HR 69%

Ponto 10 - Período Diurno (07h-20h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 45	24/06/2021	Das 17h35 às 17h50	0,0210	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.2 Mem. 46	24/06/2021	Das 17h50 às 18h05	0,0230	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.3 Mem. 47	24/06/2021	Das 18h05 às 18h20	0,0233	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 23°C; Velocidade do Vento 1,7 m/s; HR 27%
Med.4 Mem. 90	27/06/2021	Das 15h30 às 15h45	0,0354	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.5 Mem. 91	27/06/2021	Das 15h45 às 16h00	0,0217	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%
Med.6 Mem. 92	27/06/2021	Das 16h00 às 16h15	0,0200	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 21°C; Velocidade do Vento 2,7 m/s; HR 59%

P01 - Período do Entardecer (20h-23h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 27	23/06/2021	Das 20h05 às 20h20	0,0353	Sem tráfego rodoviário ; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 28	23/06/2021	Das 20h20 às 20h35	0,0428	Sem tráfego rodoviário ; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 29	23/06/2021	Das 20h35 às 20h50	0,0371	Sem tráfego rodoviário ; Temp. 19°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 48	24/06/2021	Das 20h20 às 20h35	0,0393	Sem tráfego rodoviário; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.5 Mem. 49	24/06/2021	Das 20h35 às 20h50	0,0400	Sem tráfego rodoviário; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%
Med.6 Mem. 50	24/06/2021	Das 20h50 às 21h05	0,0374	Sem tráfego rodoviário; Temp. 25°C; Velocidade do Vento 2,2 m/s; HR 35%

Ponto 6 - Período Entardecer (20h-23h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 69	25/06/2021	Das 21h30 às 21h45	0,0381	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 50%
Med.2 Mem. 70	25/06/2021	Das 21h45 às 22h00	0,0392	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 50%
Med.3 Mem. 71	25/06/2021	Das 22h00 às 22h15	0,0482	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 29°C; Velocidade do Vento 2,4 m/s; HR 50%
Med.4 Mem. 81	26/06/2021	Das 21h00 às 21h15	0,0337	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.5 Mem. 82	26/06/2021	Das 21h15 às 21h30	0,0441	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.6 Mem. 83	26/06/2021	Das 21h30 às 21h45	0,0287	Grande volume de tráfego rodoviário; Temp. 27°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%

Ponto 9 - Período Entardecer (20h-23h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 30	23/06/2021	Das 22h10 às 22h25	0,0270	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.2 Mem. 31	23/06/2021	Das 22h25 às 22h40	0,0286	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.3 Mem. 32	23/06/2021	Das 22h40 às 22h55	0,0312	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,0 m/s; HR 62%
Med.4 Mem. 93	27/06/2021	Das 20h30 às 20h45	0,0337	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 94	27/06/2021	Das 20h45 às 21h00	0,0352	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 95	27/06/2021	Das 21h00 às 21h15	0,0396	Tráfego rodoviário e ferroviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%

Ponto 10 - Período Entardecer (20h-23h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 84	26/06/2021	Das 22h05 às 22h20	0,0251	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.2 Mem. 85	26/06/2021	Das 22h20 às 22h35	0,0214	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.3 Mem. 86	26/06/2021	Das 22h35 às 22h50	0,0203	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 17°C; Velocidade do Vento 2,8 m/s; HR 65%
Med.4 Mem. 96	27/06/2021	Das 22h00 às 22h15	0,0273	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.5 Mem. 97	27/06/2021	Das 22h15 às 22h30	0,0254	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%
Med.6 Mem. 98	27/06/2021	Das 22h30 às 22h45	0,0221	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 3,6 m/s; HR 69%

P01 - Período do Nocturno (23h-07h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 33	24/06/2021	Das 05h45 às 06h00	0,0856	Sem tráfego rodoviário; Algum tráfego aéreo; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 77%
Med.2 Mem. 34	24/06/2021	Das 06h00 às 06h15	0,0398	Sem tráfego rodoviário; Algum tráfego aéreo; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 77%
Med.3 Mem. 35	24/06/2021	Das 06h15 às 06h30	0,0423	Sem tráfego rodoviário; Algum tráfego aéreo; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,5 m/s; HR 77%
Med.4 Mem. 51	25/06/2021	Das 00h30 às 00h15	0,0453	Sem tráfego rodoviário; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.5 Mem. 52	25/06/2021	Das 00h15 às 00h30	0,0447	Sem tráfego rodoviário; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.6 Mem. 53	25/06/2021	Das 00h30 às 00h35	0,0419	Sem tráfego rodoviário; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%

Ponto 6 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 54	25/06/2021	Das 01h15 às 01h30	0,0443	Algum volume de tráfego rodoviário; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.2 Mem. 55	25/06/2021	Das 01h30 às 01h45	0,0406	Algum volume de tráfego rodoviário; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.3 Mem. 56	25/06/2021	Das 01h45 às 02h00	0,0361	Algum volume de tráfego rodoviário; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.4 Mem. 72	26/06/2021	Das 00h30 às 00h45	0,0473	Algum volume de tráfego rodoviário; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.5 Mem. 73	26/06/2021	Das 00h45 às 01h00	0,0442	Algum volume de tráfego rodoviário; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.6 Mem. 74	26/06/2021	Das 01h00 às 01h15	0,0420	Algum volume de tráfego rodoviário; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%

Ponto 9 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de vibrações

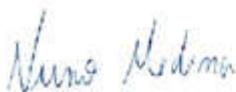
ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 57	25/06/2021	Das 02h00 às 02h15	0,0361	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.2 Mem. 58	25/06/2021	Das 02h15 às 02h30	0,0334	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.3 Mem. 59	25/06/2021	Das 02h30 às 02h45	0,0319	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 22°C; Velocidade do Vento 1,4 m/s; HR 40%
Med.4 Mem. 75	26/06/2021	Das 02h00 às 02h15	0,0383	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.5 Mem. 76	26/06/2021	Das 02h15 às 02h30	0,0350	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%
Med.6 Mem. 77	26/06/2021	Das 02h30 às 02h45	0,0341	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 18°C; Velocidade do Vento 1,3 m/s; HR 82%

Ponto 10 - Período Nocturno (23h-07h) - Medições de vibrações

ID	Data	Intervalo de medição	Velocidade [mm/s]	Observações
Med.1 Mem. 84	27/06/2021	Das 01h15 às 01h30	0,0319	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.2 Mem. 85	27/06/2021	Das 01h30 às 01h45	0,0383	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.3 Mem. 86	27/06/2021	Das 01h45 às 02h00	0,0390	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 16°C; Velocidade do Vento 2,9 m/s; HR 83%
Med.4 Mem. 96	28/06/2021	Das 05h às 05h15	0,0372	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 81%
Med.5 Mem. 97	28/06/2021	Das 05h15 às 05h30	0,0364	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 81%
Med.6 Mem. 98	28/06/2021	Das 05h30 às 05h45	0,0681	Tráfego rodoviário pontual; Temp. 14°C; Velocidade do Vento 2,1 m/s; HR 81%

30-06-2021

Elaborado:



(Nuno Medina)
(Técnico de Laboratório)

Verificado e Aprovado por:

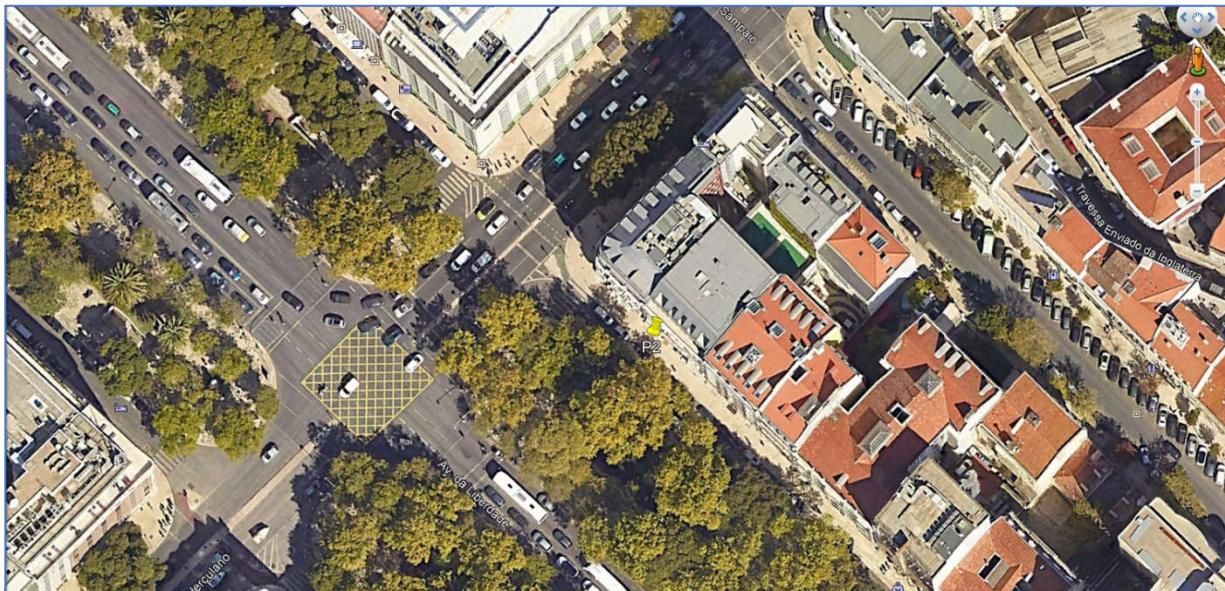


(João Pedro Silva)
(Eng.º Mc., D.F.A. Eng.ª Acústica)

ANEXOS

A | Localização e Fotografias

P02 – (38°43'23.99"N; 9°08'51.68"W)



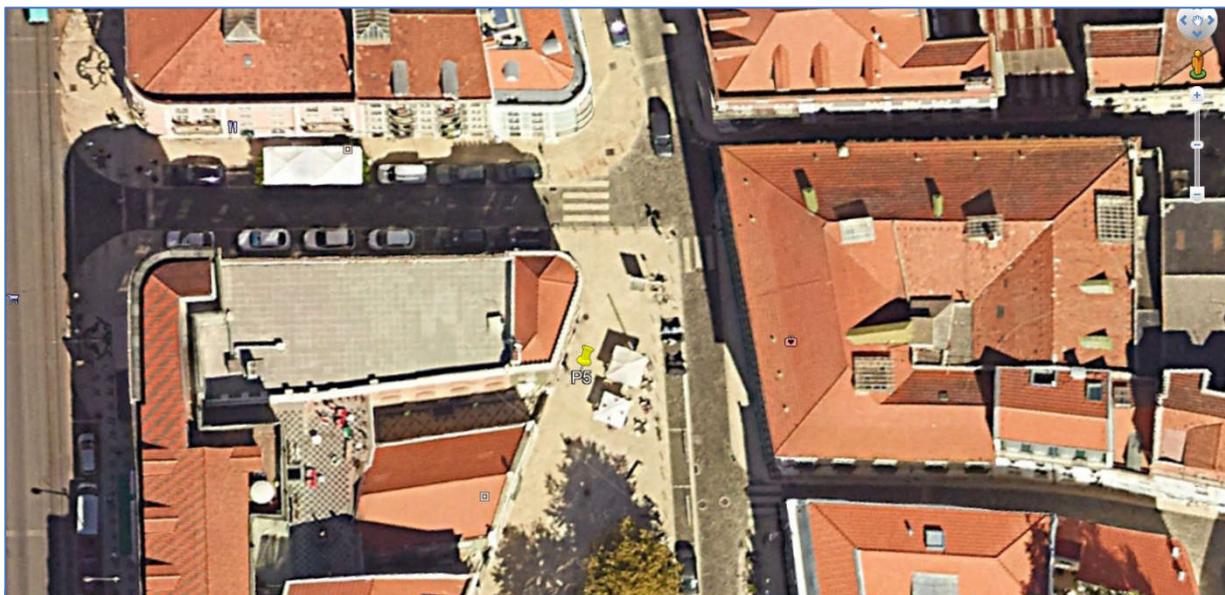
P03 – 30 metros de altura (38°43'22.23"N; 9°08'45.06"W)



P04 – (38°43'16.26"N; 9°08'08.12"W)



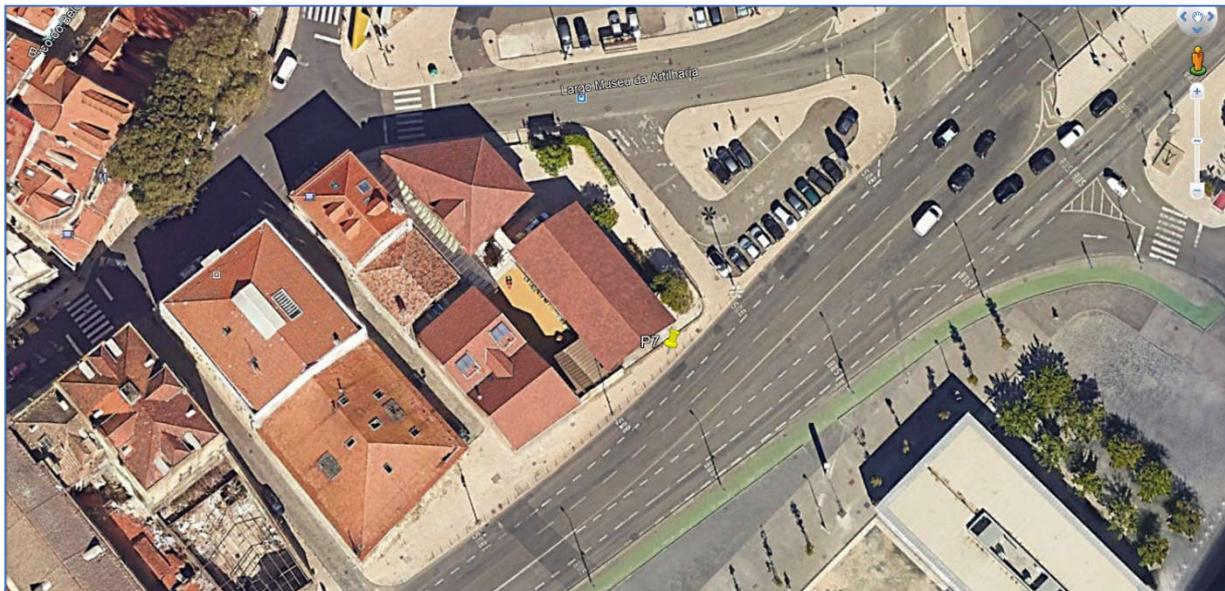
P05 – (38°43'16.28"N; 9°08'05.49"W)



P06 – (38°42'43.41"N; 9°07'29.13"W)



P07 – (38°42'43.41"N; 9°07'29.13"W)



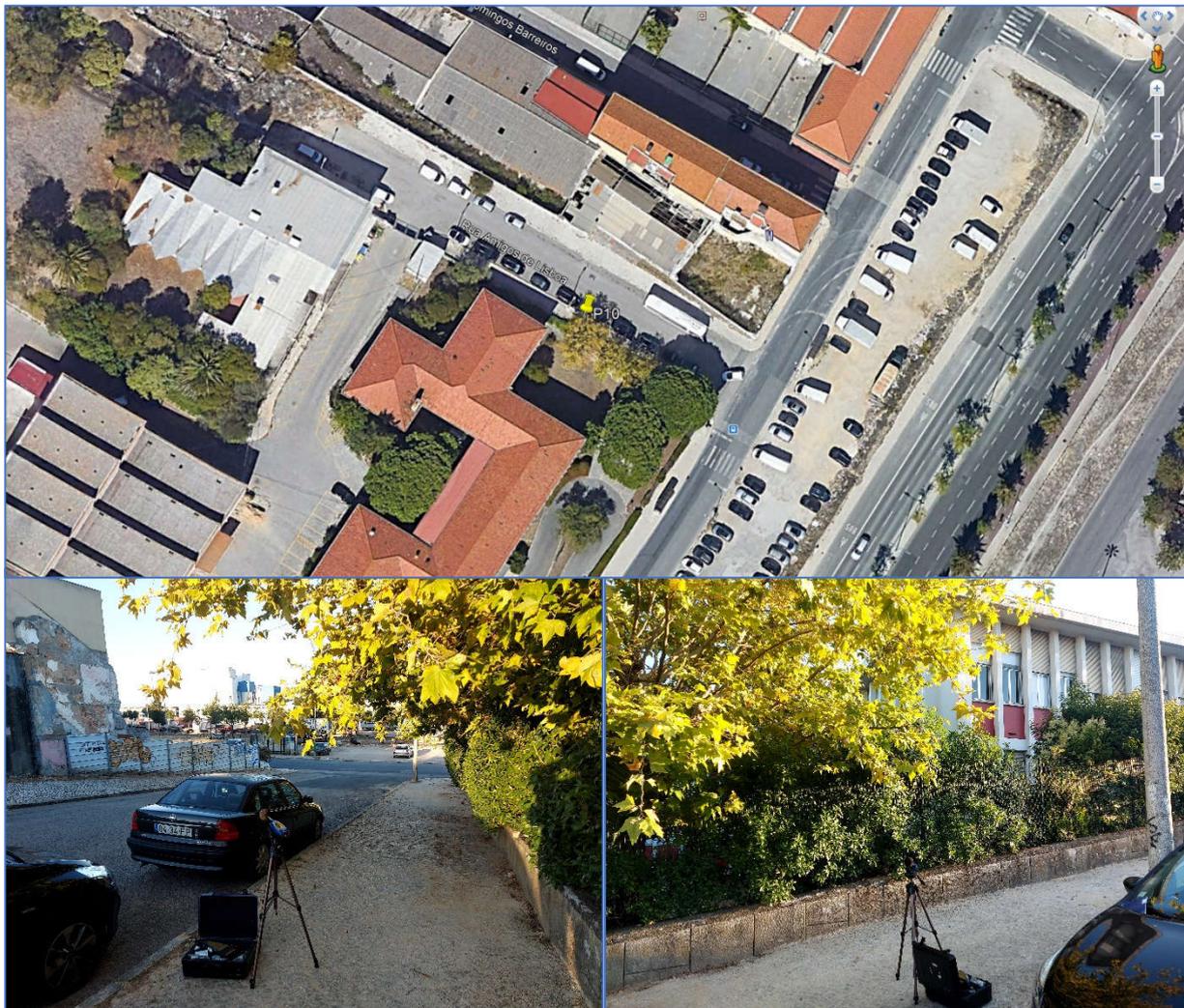
P08 – (38°42'35.45"N; 9°07'45.99"W)



P09V – (38°44'16.16"N; 9°06'57.69"W)



P10 – (38°44'14.00"N; 9°06'14.71"W)



ANEXO 13.2

Avaliação de Impactes em Fase de Obra



spie batignolles

international

TÚNEIS DE DRENAGEM DE LISBOA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E
INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO
(RECAPE)**

**VOLUME 4 – ANEXOS
ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES**

ANEXO 13.2 – AVALIAÇÃO DE IMPACTES DE RUÍDO E VIBRAÇÕES NA FASE DE OBRA

OUTUBRO 2021

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.132-R0



Responsável pelo RECAPE



PÁGINA EM BRANCO

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

ÍNDICE GERAL

VOLUME 1 – RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME 2 – RELATÓRIO BASE

VOLUME 3 – PEÇAS DESENHADAS

VOLUME 4 – ANEXOS

Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado
2021/10	0	Primeira emissão do documento	RF	ER	RC

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS

ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

ANEXO 13.2 – AVALIAÇÃO DE IMPACTES EM FASE DE OBRA

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. ENQUADRAMENTO DA AVALIAÇÃO	2
3. ASPETOS LEGAIS	3
3.1 RUÍDO	3
3.2 VIBRAÇÕES	9
4. CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO DE OBRA E NÍVEIS DE VIBRAÇÃO GERADOS	12
4.1 RESULTADOS DAS PREVISÕES – RUÍDO	22
4.2 RESULTADOS DAS PREVISÕES – VIBRAÇÕES	37
5. AVALIAÇÃO DE IMPACTES	41
6. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO	42

QUADROS

Quadro 1 – Valores limites de conforto para o valor eficaz da velocidade de vibração, vrms; locais sensíveis, em casa ou no escritório	9
Quadro 2 – Danos – Valores da velocidade global efetiva vrms no local	10
Quadro 3 – Limites do Valor Máximo do Módulo da Velocidade de Vibração, Vmax ; Base da Edificação (mm/s).....	10
Quadro 4 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, Vmax ; base da edificação- NP2074:2015 (mm/s)	11

Quadro 5 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, TRABALHOS PREPARATÓRIOS.....	14
Quadro 6 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES ESPECIAIS	15
Quadro 7 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO.....	16
Quadro 8 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, DRENAGEM	17
Quadro 9 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, INSTALAÇÕES / EQUIP. ESPECIAIS.....	17
Quadro 10 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, ACABAMENTOS	18
Quadro 11 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, TÚNEIS.....	19
Quadro 12 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, Atividades P. entardecer/noturno	20
Quadro 13 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, RESUMO	21
Quadro 14 – Parâmetros de Cálculo Utilizados na Simulação da Propagação do Ruído	22
Quadro 15 – Valores de Ruído Medido, Ruído Particular Previsto e Ruído Ambiente Previsto; L_d	24
Quadro 16 – Valores de Ruído Medido, Ruído Particular Previsto e Ruído Ambiente Previsto; L_e , L_n e L_{den}	25
Quadro 17 – Valores de Velocidade de Pico, para Cada Equipamento/Operação em Função da Distância	38
Quadro 18 – Valores de Velocidade Eficaz (rms), para Cada Equipamento/Operação em Função da Distância	39

FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de modelação de ruído, TM4, Av. Almirante Reis	23
---	----

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

ANEXO 13.2 – AVALIAÇÃO DE IMPACTES EM FASE DE OBRA

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é um fator que pode degradar de forma decisiva a qualidade de vida das pessoas que estão sujeitas a este tipo de poluição.

O ruído provoca uma série de efeitos nefastos no ser humano, tais como perturbações do sono, ansiedade, alterações na pressão sanguínea e dificuldades de comunicação. O efeito mais imediato é o da incomodidade provocada por um som quando este não é desejado, podendo gerar irritabilidade, perda de capacidade de concentração e, no caso mais grave, dificuldades na audição, permanentes ou temporárias.

Uma gestão correta e eficaz do ambiente acústico torna-se, assim, numa prioridade, caso se pretenda garantir o sossego e o direito ao descanso das populações. O ambiente deve ser controlado de forma a garantir níveis aceitáveis, alterando o menos possível o quotidiano das pessoas.

O presente estudo reporta-se à fase de construção e estima os níveis de ruído e vibração previstos durante a obra, referente ao projeto dos novos túneis de drenagem.

A análise possibilita, assim, efetuar e projetar medidas futuras, se necessárias, que evitem reclamações por parte das populações afetadas e, por outro lado, reduzam os custos de futuras medidas corretivas.

2. ENQUADRAMENTO DA AVALIAÇÃO

A empreitada em análise irá gerar previsivelmente potenciais impactes no ambiente sonoro e ao nível das vibrações sentidas nos recetores mais próximos do Projeto.

A par da monitorização é assim conveniente, uma estimativa o mais detalhada possível dos níveis de ruído e vibrações expectáveis durante a fase de obra.

Deste modo, é objetivo deste estudo, estimar qualitativamente e quantitativamente os valores de ruído e vibrações na vizinhança dos locais onde se prevê a ocorrência das obras.

As zonas a intervencionar localizam-se em 8 locais distintos de Lisboa como referido na caracterização da situação de referência.

3. ASPETOS LEGAIS

3.1 Ruído

O estudo realizado teve como base a legislação atual, correspondente ao Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, alterado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, relativo ao Regulamento Geral de Ruído. Sendo assim, nos pontos relevantes para o estudo em questão, temos:

Artigo 3º

Definições

Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por:

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

c) «*Avaliação acústica*» a verificação da conformidade de situações específicas de ruído com os limites fixados;

(...)

l) «*Indicador de ruído diurno (L_d) ou (L_{day})*» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996.

m) «*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. , (...)

n) «*Indicador de ruído nocturno (L_n) ou (L_{night})*» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996. (...)

(...)

p) «*Período de referência*» o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

i) *Período diurno*—das 7 às 20 horas;

ii) *Período do entardecer*—das 20 às 23 horas;

iii) *Período nocturno*—das 23 às 7 horas;

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

- s) «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;
- t) «Ruído particular» o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;
- u) «Ruído residual» o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;
- v) «Zona mista» a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;
- x) «Zona sensível» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno;
- z) «Zona urbana consolidada» a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.
- (...)

Note-se que a norma referida neste artigo a NP 1730-1:1996, foi atualizada pela NP ISO 19906 de 2019.

Artigo 11º

Valores limite de exposição

1—Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

- a) As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

2—Os receptores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, são equiparados, em função dos usos existentes na sua proximidade, a zonas sensíveis ou mistas, para efeitos de aplicação dos correspondentes valores limite fixados no presente artigo.

3—Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos receptores sensíveis os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

(...)

Critério de incomodidade:

ANEXO I

(a que se refere o artigo 13.º)

Parâmetros para a aplicação do critério de incomodidade

1 — O valor do L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular deve ser corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular, passando a designar-se por nível de avaliação, L_{Ar} , aplicando a seguinte fórmula:

$$L_{Ar} = L_{Aeq} + K1 + K2$$

em que $K1$ é a correção tonal e $K2$ é a correção impulsiva.

Estes valores são $K1=3$ dB(A) ou $K2=3$ dB(A) se for detetado que as componentes tonais ou impulsivas, respetivamente, são características específicas do ruído particular, ou são $K1=0$ dB(A) ou $K2=0$ dB(A) se estas componentes não forem identificadas. Caso se verifique a coexistência de componentes tonais e impulsivas a correção a adicionar é de $K1+K2=6$ dB(A).

O método para detetar as características tonais do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação, consiste em verificar, no espectro de um terço de oitava (nas bandas centradas entre 50 e 10.000 Hz, inclusive e como adjacentes), se o nível sonoro de uma banda excede o das adjacentes em 5 dB(A) ou mais, caso em que o ruído deve ser considerado tonal.

O método para detetar as características impulsivas do ruído dentro do intervalo de tempo de avaliação, consiste em determinar a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente, L_{Aeq} , medido em simultâneo com característica impulsiva e fast. Se esta diferença for superior a 6 dB(A), o ruído deve ser considerado impulsivo.

2 — Aos valores limite da diferença entre o L_{Aeq} do ruído ambiente que inclui o ruído particular corrigido (L_{Ar}) e o L_{Aeq} do ruído residual, estabelecidos na alínea b) do n.º 1 do artigo 13.º, deve ser adicionado o valor D indicado na tabela seguinte. O valor D é determinado em função da relação percentual entre a duração acumulada de ocorrência do ruído particular e a duração total do período de referência.

Valor da relação percentual (q) entre a Duração acumulada de ocorrência do ruído particular e a duração total do período de referência	D, em dB(A)
$q \ll 12,5\%$	4
$12,5\% < q \ll 25\%$	3
$25\% < q \ll 50\%$	2
$50\% < q \ll 75\%$	1
$q > 75\%$	0

3 — *Exceções à tabela anterior — para o período noturno não são aplicáveis os valores de $D=4$ e $D=3$, mantendo-se $D=2$ para valores percentuais inferiores ou iguais a 50 %. Excetua-se desta restrição a aplicação de $D=3$ para atividades com horário de funcionamento até às 24 horas.*

4 — *Para efeitos da verificação dos valores fixados na alínea b) do n.º 1 e no n.º 5 do artigo 13.o, o intervalo de tempo a que se reporta o indicador L_{Aeq} corresponde ao período de um mês, devendo corresponder ao mês mais crítico do ano em termos de emissão sonora da(s) fonte(s) de ruído em avaliação no caso de se notar marcada sazonalidade anual.*

Atualmente a área em estudo está definida como Zona Mista o que implica o cumprimento dos seguintes limites máximos: 65 dBA para o parâmetro L_{den} e 55 dBA para o parâmetro L_n .

Em face do exposto, as disposições regulamentares relativas ao ruído cujo cumprimento importa garantir na fase de exploração são as seguintes:

- ✓ n.º 1, alínea a) do Art.º 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007:

$$L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)};$$

$$L_n \leq 55 \text{ dB(A)}.$$

Para todos os pontos, na fase de exploração e apenas para ruído que não seja de tráfego:

- ✓ n.º 1 alínea b) do Art.º 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007 ¹:
- $LAr - LAeq$ (ruído residual) ≤ 5 dB(A) entre as 07h e as 20h;**
- $LAr - LAeq$ (ruído residual) ≤ 4 dB(A) entre as 20h e as 23h;**
- $LAr - LAeq$ (ruído residual) ≤ 3 dB(A) entre as 23h e as 07h.**

Caso alguma das condições referidas não se verifique, devido ao funcionamento da obra e dos estaleiros, deverá ser prevista a implementação de medidas que permitam alcançar o seu cumprimento.

No que diz respeito a "*Atividades ruidosas temporárias*", onde se englobam os trabalhos de construção civil a executar na fase da obra, o RGR estabelece o seguinte:

Artigo 14.º

Atividades ruidosas temporárias

É proibido o exercício de atividades ruidosas temporárias na proximidade de:

- Edifícios de habitação, aos sábados, domingos e feriados e nos dias úteis entre as 20 e as 8 horas;*
- Escolas, durante o respetivo horário de funcionamento;*
- Hospitais ou estabelecimentos similares.*

Artigo 15.º

Licença especial de ruído

1 — *O exercício de atividades ruidosas temporárias pode ser autorizado, em casos excepcionais e devidamente justificados, mediante emissão de licença especial de ruído pelo respectivo município, que fixa as condições de exercício da actividade relativas aos aspectos referidos no número seguinte.*

2 — *A licença especial de ruído é requerida pelo interessado com a antecedência mínima de 15 dias úteis relativamente à data de início da actividade, indicando:*

¹ " O disposto na alínea b) do n.º 1 não se aplica, em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A) ou para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no interior dos locais de receção igual ou inferior a 27 dB(A), considerando o estabelecido nos n.ºs 1 e 4 do anexo I."

- a) *Localização exacta ou percurso definido para o exercício da actividade;*
- b) *Datas de início e termo da actividade;*
- c) *Horário;*
- d) *Razões que justificam a realização da actividade naquele local e hora;*
- e) *As medidas de prevenção e de redução do ruído propostas, quando aplicável;*
- f) *Outras informações consideradas relevantes.*

3 — *Se a licença especial de ruído for requerida prévia ou simultaneamente ao pedido de emissão do alvará de licença ou autorização das operações urbanísticas previstas nas alíneas a) e b) do artigo 2.º do presente decreto-lei, tal licença deve ser emitida na mesma data do alvará.*

4 — *Se a licença especial de ruído requerida nos termos do número anterior não for emitida na mesma data do alvará, esta considera-se tacitamente deferida.*

5 — *A licença especial de ruído, quando emitida por um período superior a um mês, fica condicionada ao respeito nos receptores sensíveis do valor limite do indicador L(indice Aeq) do ruído ambiente exterior de 60 dB(A) no período do entardecer e de 55 dB(A) no período nocturno.*

6 — *Para efeitos da verificação dos valores referidos no número anterior, o indicador L(indice Aeq) reporta-se a um dia para o período de referência em causa.*

7 — *Não carece de licença especial de ruído:*

- a) *O exercício de uma actividade ruidosa temporária promovida pelo município, ficando sujeita aos valores limites fixados no n.º 5;*
- b) *As actividades de conservação e manutenção ferroviária, salvo se as referidas operações forem executadas durante mais de 10 dias na proximidade do mesmo receptor.*

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.*

A DIA, adicionalmente, estabelece ainda na Medida II-10 que sejam cumpridos os seguintes limites para os parâmetros $L_{Aeq}(noturno)$, $L_{Aeq}(entardecer)$ e $L_{Aeq}(diurno)$ durante a obra:

- $L_{Aeq}(noturno)$ deverá ser menor ou igual a 55 dB(A);
- $L_{Aeq}(entardecer)$ deverá ser menor ou igual a 60 dB(A);
- $L_{Aeq}(diurno)$ deverá ser menor ou igual a 65 dB(A).

3.2 VIBRAÇÕES

No que diz respeito a Vibrações não existe atualmente Legislação que limite o nível de vibrações junto de recetores sensíveis. Como critérios majorantes têm sido usadas as notas técnicas do LNEC que estabelecem os níveis máximos a que podem estar sujeitas as habitações em função da resposta do ser humano a vibrações e da segurança estrutural das habitações. Assim, os critérios do LNEC a adotar para avaliar a influência das vibrações estão agrupados da seguinte forma:

- Avaliação da reação do ser humano às vibrações definida como Critério de Incomodidade;
- Avaliação dos possíveis danos causados no edificado devido a vibrações contínuas ou impulsivas, definidos como Critérios de Danos nas Edificações.

O **Critério de Incomodidade** elaborado pelo LNEC que é frequentemente usado neste tipo de avaliação e que consiste na majoração de valores de velocidade eficaz de acordo com grau de reação do ser humano e que está apresentado no quadro seguinte.

Quadro 1 – Valores limites de conforto para o valor eficaz da velocidade de vibração, v_{rms} ; locais sensíveis, em casa ou no escritório

v_{rms} , (mm / s)	Sensação
$v_{rms} \leq 0,11$	Nenhuma
$0,11 < v_{rms} \leq 0,3$	Perceptível, suportável para curta duração
$0,3 < v_{rms} \leq 1,1$	Evidente, afetando as condições de trabalho
$v_{rms} > 1,1$	Muito perceptível, dificultando ou impedindo o trabalho

Para o **Critério de Danos nas Edificações** os critérios usados consideram o fenómeno de vibrações continuadas e ainda o de vibrações impulsivas que tipicamente ocorrem em zonas de obra. Assim, para avaliação do impacte tendo como base vibrações continuadas o critério proposto pelo LNEC estabelece o seguinte critério com base na velocidade média eficaz:

Quadro 2 – Danos – Valores da velocidade global efetiva v_{rms} no local

v_{rms} (mm/s)	Efeitos
$v_{rms} < 3,5$	praticamente nulos
$3,5 \leq v_{rms} < 7$	queda de cal em edifícios antigos
$7 \leq v_{rms} < 21$	fendilhação ligeira nos revestimentos
$21 \leq v_{rms} < 42$	fendilhação acentuada nos revestimentos e alvenarias
$42 \leq v_{rms}$	danos consideráveis, possível fendilhação da estrutura de betão armado

Nota – Componente vertical, ou horizontal, se esta for mais significativa.

Os **danos devidos a vibrações impulsivas** serão avaliados pelo critério do LNEC que estabelece os seguintes limites máximos para a velocidade máxima de vibração (pico) de acordo com a tipologia do edificado.

Quadro 3 – Limites do Valor Máximo do Módulo da Velocidade de Vibração, $|V_{max}|$; Base da Edificação (mm/s)

Tipo de construção	Tipos de solo		
	Incoerentes soltos e coerentes moles	Incoerentes compactos e coerentes duros e médios	Coerentes rijos
sensíveis	1,75 - 2,5	3,5 - 5	7 - 10
correntes	3,5 - 5	7 - 10	14 - 20
de betão armado	10,5 - 15	21 - 30	42 - 60

Nota – Os primeiros valores valem para um número diário de solicitações superior a três, os segundos para três ou menos.

Os valores medidos e estimados serão enquadrados de acordo com estes três critérios de avaliação, e para todos os recetores analisados.

O critério estabelecido na NP 2074:2015 “Avaliação da influência de vibrações impulsivas em estruturas” que define os valores limite do vector velocidade máxima (pico) recomendados em função do tipo de edificação e frequência dominante. O Quadro 4 apresenta resumidamente referido critério.

**Quadro 4 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, |Vmax|; base da edificação-
NP2074:2015 (mm/s)**

Tipo de estruturas	Frequência dominante, f em HZ		
	f<=10 HZ	10Hz<f<=40 HZ	f>40 Hz
Sensíveis	1.5	3.0	6.0
Correntes	3.0	6.0	12.0
Reforçadas	6.0	12.0	40.0

Na fase de previsão de valores este critério é de difícil aplicabilidade uma vez que os estudos referidos pelo LNEC relativos a operações de construção civil, apresentam apenas valores globais de vibração e não a sua decomposição em frequência. Durante a fase de monitorização será, no entanto, feita uma análise com base na frequência medida durante as operações de construção civil, que permitirá uma avaliação deste critério. A recolha de dados será sempre realizada com registo de valores medidos em intervalos de tempo definidos pelo utilizador e com análise em frequência o que permite uma análise posterior mais completa se se vier a mostrar necessário.

4. CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO DE OBRA E NÍVEIS DE VIBRAÇÃO GERADOS

Nesta secção são apresentadas as previsões de ruído de obra e níveis de vibrações na vizinhança do projeto durante a fase de construção.

O ruído de obra é muito variável no tempo e no espaço sendo difícil prever com exatidão os valores gerados durante as inúmeras operações que estão afetas às atividades de construção. A melhor forma de garantir de forma rigorosa a manutenção de valores de ruído e vibrações aceitáveis na vizinhança das obras, é efetuar campanhas de monitorização de ruído e vibração das obras. Essa monitorização está prevista para esta obra com intervalos bimensais para o ruído e trimestrais para as vibrações, conforme o Plano apresentado.

Para elaborar estimativas indicativas de ruído foi necessário recorrer a diversas simplificações baseadas na experiência da empresa construtora que irá efetuar a obra. De acordo com os dados fornecidos em termos de equipamento, programa de trabalhos, tempos de emergência de cada operação/equipamento foi possível estimar os cenários mais gravosos em termos de emissão de ruído, e apenas estes serão avaliados.

De acordo com a informação recolhida, a obra irá ter início com os trabalhos preparatórios e estender-se-á a todas as frentes de obra.

Em termos simplificados as ações de obra relevantes em termos de geração de ruído são englobadas de acordo com a sua implementação cronológica e/ou fase de obra em que cada local se encontra. É assim possível englobar as obras de acordo com as seguintes fases:

1. Trabalhos preparatórios
2. Construção de fundações e contenções especiais
3. Construção de estruturas em betão armado
4. Drenagem
5. Instalações e Equipamentos especiais
6. Acabamentos
7. Escavação dos túneis
8. Atividades de natureza permanente ao longo das 24h do dia (apenas válido para TM1 e TC2).

Note-se, mais uma vez, que existem mais fontes de ruído e vibrações que não estão incluídas neste elenco de operações mas que deverão ter uma importância residual quando comparadas com estas.

De acordo com os dados do construtor, as máquinas necessárias junto de cada zona de construção, a sua potência sonora e o seu tempo de funcionamento terão os valores apresentados nos quadros seguintes. As obras deverão ocorrer apenas durante o período diurno entre a 8h e as 20h (12h no total), à exceção do locais TM1 E TC2 onde haverá atividades de construção 24h/dia. Os quadros seguintes apresentam, para cada local de obra, a fase de trabalhos, as tarefas associadas a cada trabalho, os equipamentos associados a cada tarefa, a potência sonora de cada equipamento/atividade e a percentagem de tempo por turno que cada equipamento/atividade (por ex. 50% do tempo representa uma duração de 4h). Na última linha é apresentado o cálculo da potência sonora total média por período em cada local de obra.

É importante realçar uma vez mais que os cálculos apresentados em cada quadro representam sempre o pior cenário em termos de ruído e vibrações, para o dia mais ruidoso e para cada local de obra. Caso a análise incidisse nos valores médios mensais ou semanais os valores de potência sonora média seria m com certeza inferiores.

Quadro 5 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, TRABALHOS PREPARATÓRIOS

TRABALHOS PREPARATÓRIOS										
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dB(A))	Frente de Obra							
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	martelo pneumático demolidor	75	10%	10%		10%	10%	10%	10%	10%
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	camiões basculantes de 26 ton	85	50%			50%	50%	50%	50%	50%
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	escavadora de rastos de 25 ton	103	50%			50%	50%	50%	50%	50%
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	cilindro manual apeado 650 kg	105	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	placa vibradora / saltitão	106		10%	10%	10%		10%		
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	motosserras	112	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	serra de corte com disco betão	93	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Limpezas, Demolições, e Movimento de Terras	martelo combinado de 5 kg	75	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Nível de potência sonora global Lw(total) (dB(A))			99,7	100,4	100,4	103,1	102,2	103,1	102,2	102,2

Quadro 6 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES ESPECIAIS

FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES ESPECIAIS										
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	Frete de Obra							
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato
Fundações Especiais	equipamento de estacas e cravação de perfis – Soiltec “SR-60”	106	0%	0%	0%	0%	40%		0%	40%
	equipamento de ancoragem	102	50%	0%	0%	0%	50%	0%	50%	50%
	conjunto de injeção “OBERMAN”	85	0%	10%	0%	0%	20%		0%	20%
Estacas Prancha	grua telescópica 50 Ton	108	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
	martelo vibrador Tipo ICE 1423	112	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)			105,6	104,6	104,6	104,6	107,1	104,6	105,6	109,1

Quadro 7 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO										
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	Frente de Obra							
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato
Betão Armado	compressor 21 m ³ /min	100	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
	autobetoneira de 9 m ³	90	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	lavadora de alta pressão	35	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	vibradores de betão	65	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
	betoneira diesel de 250 l	104	10%						10%	
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)			96,3	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9	96,3	92,9

Quadro 8 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, DRENAGEM

DRENAGEM										
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	Frente de Obra							
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato
Drenagem	camião basculante de 26 tons	85		10%	10%	10%	10%	10%		
	escavadora sobre rastos de 25 ton	103		20%	20%	20%	20%	20%		
	cilindro manual	105		5%	5%	5%	5%	5%		
	grua	107		10%	10%	10%	10%	10%		
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)				99,9	99,9	99,9	99,9	99,9		

Quadro 9 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, INSTALAÇÕES / EQUIP. ESPECIAIS

INSTALAÇÕES / EQUIP. ESPECIAIS											
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	Frente de Obra								
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato	
Instalações e Equipamentos Eletromecânicas	multifunções 9 ton;	103	50%					20%		50%	
Tubagem e Equipamentos Hidromecânicos	grua automóvel de 30 tons – obra geral	107	20%							20%	20%
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)			104,5					102,8		102,7	99,7

Quadro 10 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, ACABAMENTOS

ACABAMENTOS											
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	Frete de Obra								
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato	
Serralharias e Estruturas Metálicas	conjunto de ferramentas ligeiras	75	50%							50%	
	parafusadora de aperto controlado	75	5%							5%	
Pavimentação Rodoviária	espalhadora acabadora asfalto 18 ton	112		20%		20%	20%	20%	20%	20%	20%
	pá carregadora de pneus	107	40%								40%
	cilindro de pneus 23 ton	100		10%		10%	10%	10%	10%	10%	10%
	cilindro vibrador asfalto de 9 ton	100		10%		10%	10%	10%	10%	10%	10%
	cilindro vibrador solos 12 ton	108		10%		10%	10%	10%	10%	10%	10%
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)			102,7	105,7		105,7	105,7	105,7	105,7	105,7	107,4

Quadro 11 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, TÚNEIS

TÚNEIS										
Descrição da Atividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	Frente de Obra							
			TM1 - Campolide	TM2 - Av. Liberdade	TM3 - R Santa Marta	TM4 - Av Almirante Reis	TM5 - Museu Militar	TM6 - Colector Santa Apolónia	TC1 - Chelas	TC2 - Beato
Túneis	tapete de transferência	85	100%							100%
	veiculo de apoio da TBM	80	50%							50%
	veiculo transporte de pessoal	80	20%							20%
	escavadora compacta de 32 ton	105	50%				50%		50%	50%
	gerador de 150 kva	89		80%	80%	80%				
	ventilador axial	85	100%							100%
	tuneladora	85	100%							100%
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)			101,9	87,7	87,7	87,7	101,6		101,6	101,9

No quadro seguinte estão apresentadas as atividades que se desenvolvem durante o período do entardecer e noturno e que só sucede nos locais TM1 e TC2. Considera-se que o padrão de emissão de ruído é igual nos períodos do entardecer e noturno. É de referir que apesar do ruído da tuneladora se tornar irrelevante à medida que esta progride, neste estudo foi considerado a pior caso de esta se encontrar ainda à superfície e portanto com visibilidade direta para todos os recetores circundantes

Quadro 12 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, Atividades P. entardecer/noturno

Atividades durante o período do entardecer e período nocturno				
Descrição da Actividade:	Equipamento	Potencia Sonora LWA (dbA)	TM1 – Campolide	TC2 – Beato
Túneis	tapete de transferência	85	100%	100%
	veiculo de apoio da TBM	80	100%	100%
	veiculo transporte de pessoal	80	50%	50%
	ventilador axial	105	100%	100%
	tuneladora EPBM	89	100%	100%
	tapete de transferência	85	100%	100%
Nível de potência sonora global Lw(total) (dBA)			90,4	90,4

O quadro seguinte mostra um resumo dos quadros anteriores em que é apresentada a potência sonora máxima associada a cada local de obra de acordo com a fase de obra. A vermelho estão indicados os valores mais gravosos para cada local considerado.

Quadro 13 – Equipamentos em Obra, Potência Sonora e Tempo de Emergência, RESUMO

Fase de obra	TM1 – Campolide	TM2 – Av. Liberdade	TM3 – R. Santa Marta	TM4 – Av. Almirante Reis	TM5 – Museu Militar	TM6 – Colector St. Apolónia	TC1 – Chelas	TC2 – Beato
TRABALHOS PREPARATÓRIOS	99,7	100,4	100,4	103,1	102,2	103,1	102,2	102,2
FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES ESPECIAIS	105,6	104,6	104,6	104,6	107,1	104,6	105,6	109,1
ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO	96,3	92,9	92,9	92,9	92,9	92,9	96,3	92,9
DRENAGEM		99,9	99,9	99,9	99,9	99,9		
INSTALAÇÕES / EQUIP. ESPECIAIS	104,5				102,8		102,7	99,7
ACABAMENTOS	102,7	105,7		105,7	105,7	105,7	105,7	107,4
TÚNEIS	101,9	87,7	87,7	87,7	101,6		101,6	101,9

Conclui-se assim que as fases mais ruidosas deverão ser a construção de Fundações e Contenções e os acabamentos. Assim os cenários a simular em cada local de obra correspondem a estes valores máximos que assim se tornam majorantes de emissão de ruído em cada local.

Julga-se que com estes pressupostos se está a simular um cenário conservador em termos de poluição sonora, e que poderá servir de indicativo para o impacte que a obra poderá ter. Estas simulações deverão ser reajustadas com base em valores de ruído recolhidos em obra, de forma a obter resultados mais detalhados e precisos e que poderão eventualmente servir para estimar os valores de ruído nas restantes zonas que ainda não entraram em fase de obra.

4.1 RESULTADOS DAS PREVISÕES – RUIDO

Os cálculos foram realizados com recurso a uma ferramenta informática de predição e mapeamento de níveis sonoros exteriores, devidamente validada para o efeito, e que tem em consideração para o ruído industrial, entre outras, as variáveis relativas à localização e altura das fontes ruidosas, diretividade e potência sonora das mesmas.

São ainda considerados os obstáculos à propagação sonora, os fenómenos de reflexão e difração sonora associados, o desenvolvimento orográfico e as características de reflexão sonora do terreno sobre o qual ocorre a propagação do ruído.

Os parâmetros de cálculo gerais utilizados na simulação da propagação sonora relativa à fase de construção são apresentados no Quadro 14, tendo-se efetuado a calibração do modelo de cálculo de acordo com a normalização e recomendações aplicáveis, nomeadamente no que respeita a reflexões da energia sonora, grelhas de cálculo, etc.

Quadro 14 – Parâmetros de Cálculo Utilizados na Simulação da Propagação do Ruído

PROGRAMA DE CÁLCULO AUTOMÁTICO
<i>Cadna/A Datakustik</i>
ALGORÍTMO DE CÁLCULO
Fontes industriais - Norma "ISO 9613: Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2: General method of calculation", indicada no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho e recomendada pela Agência Portuguesa do Ambiente, Potência das fontes concentrada na banda dos 500Hz
MODELAÇÃO OROGRÁFICA DO TERRENO E IMPLANTAÇÃO DE EDIFÍCIOS COM OCUPAÇÃO SENSÍVEL
Baseada na altimetria digital dos projetos (pontos de altitude) e nos levantamentos de campo realizados
CARACTERÍSTICAS DO TERRENO SOBRE O QUAL OCORRE A PROPAGAÇÃO SONORA
Absorvente sonoro (Coef. de absorção sonora, α_{med} . 0,5)
MALHA DE CÁLCULO
Quadrícula de cálculo: 5m x 5m ; Altura relativa ao solo: 4,0m
SITUAÇÃO DE ESTUDO
Fase de obra
FENÓMENOS DE REFLEXÃO ASSOCIADOS AOS OBSTÁCULOS À PROPAGAÇÃO SONORA
N.º DE REFLEXÕES: 1

Dado que ainda não se sabe exatamente a localização de muitos dos equipamentos e esta irá variar com o tempo optou-se por simular o ruído proveniente de cada local de obra através de uma fonte plana de ruído que engloba a quase totalidade de cada delimitação de estaleiro. A exceção está associada aos trabalhos para o sistema de drenagem que, se irão desenvolver na vizinhança do TM6, ao longo da Av. Infante Dom Henrique, neste caso optou-se por uma fonte linear visto ser mais adequada na simulação do cenário de ocorrência de obras.

Na imagem seguinte é apresentado um exemplo de cálculo em torno de TM4 na Av. Almirante Reis, onde se pode identificar a zona de estaleiro (azul) e do poço de ventilação (à direita).

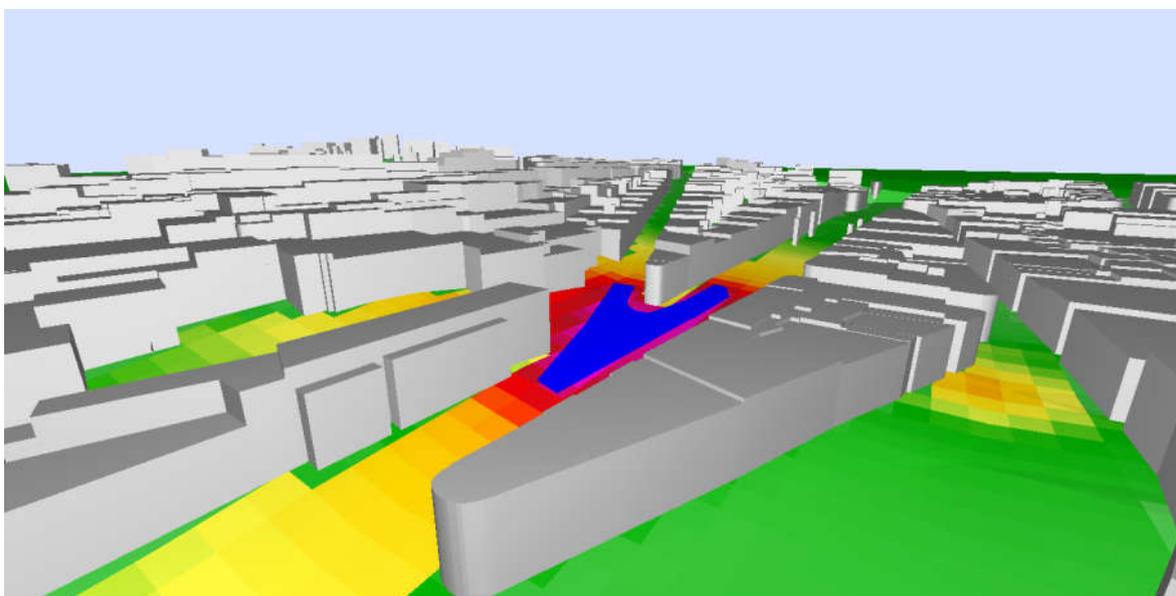


Figura 1 – Exemplo de modelação de ruído, TM4, Av. Almirante Reis

Como resultados das simulações obteve-se a seguinte informação:

- Previsões nos recetores onde foi efetuada a caracterização da situação de referência;
- Mapas de ruído da área analisada para o período diurno ($L_{Aeq}(diurno)$) efetuados a 4 m de altura.
- Mapas de ruído da área analisada para o período diurno (L_{den}) efetuados a 4 m de altura.
- Mapas de ruído da área analisada para o período diurno (L_d/L_e) efetuados a 4 m de altura.

São assim calculados no total 8 cenários diferentes para o período diurno e 2 para o período noturno. Na elaboração de mapas de ruído apenas se considerou o cenário mais crítico, nas tabelas de resultados foram considerados todos os cenários.

Os resultados obtidos, depois de efetuadas as previsões, estão apresentados nos Quadro 15 e Quadro 16. Nas figuras seguintes são apresentados os mapas de ruído correspondentes aos cenários mais críticos de cravação de estacas, considerados para o ruído particular, a 4 m de altura.

No quadro seguinte estão apresentados os valores de ruído medidos e previstos para cada ponto para o período diurno, bem como o impacto previsto.

Quadro 15 – Valores de Ruído Medido, Ruído Particular Previsto e Ruído Ambiente Previsto; Ld

Ponto	Lat.	Long.	Local	Ld medido (dBA)	Ld Previsto (ruído particular) (dBA)	Ld Previsto (ruído ambiente) (dBA)	Impacte (dBA)
P1	38°44'01.90"N	9°07'57.32"W	Estação ferroviária de Campolide TM1	60,7	51,7	61,2	0,5
P2	38°43'23.99"N	9°08'51.68"W	Av. da Liberdade TM2	67,3	60	68	0,7
P3	38°43'22.23"N	9°08'45.06"W	Rua de Santa Marta TM3	53,6	64,3	64,7	11,1
P4	38°43'16.26"N	9°08'08.12"W	Av. Almirante Reis TM4	69,6	64,8	70,8	1,2
P5	38°43'16.28"N	9°08'05.49"W	Rua dos Anjos TM4	61,7	51,9	62,1	0,4
P6	38°42'43.41"N	9°07'29.13"W	Museu Militar TM5	70,2	64,8	71,3	1,1
P7	38°42'43.41"N	9°07'29.13"W	Av. Infante Dom Henrique TM6	73,9	58,7	74	0,1
P8	38°42'35.45"N	9°07'45.99"W	Largo do Terreiro do Trigo TM6	60,8	35,7	60,8	0
P9R	38°44'19.07"N	9°06'58.70"W	Rua de Cima de Chelas TC1	58,2	57,3	60,8	2,6
P10	38°44'14.00"N	9°06'14.71"W	Rua Amigos de Lisboa TC2	58	63,5	64,6	6,6
P11	38°46'26.96"N	9°10'49.65"W	Azinhaga da Fonte Velha Estaleiro de Carnide	58	NA	NA	NA

NA- Não aplicável

No quadro seguinte estão apresentados os valores de ruído residual, ruído particular e ruído ambiente, L_d , L_e ; L_n e L_{den} para os locais onde se irão verificar trabalhos a decorrer 24h/dia (TM1 e TC2).

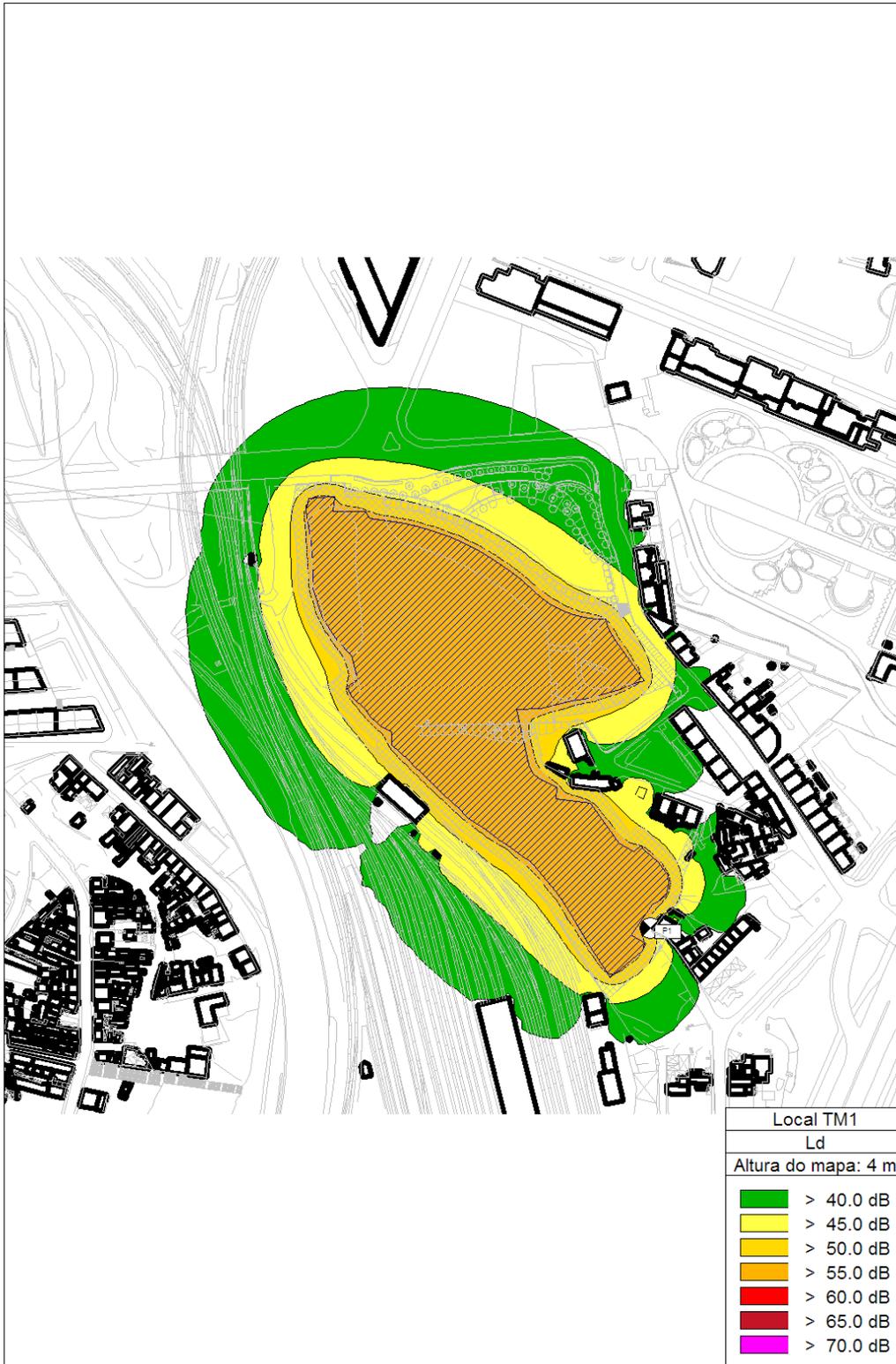
Quadro 16 – Valores de Ruído Medido, Ruído Particular Previsto e Ruído Ambiente Previsto; L_e , L_n e L_{den}

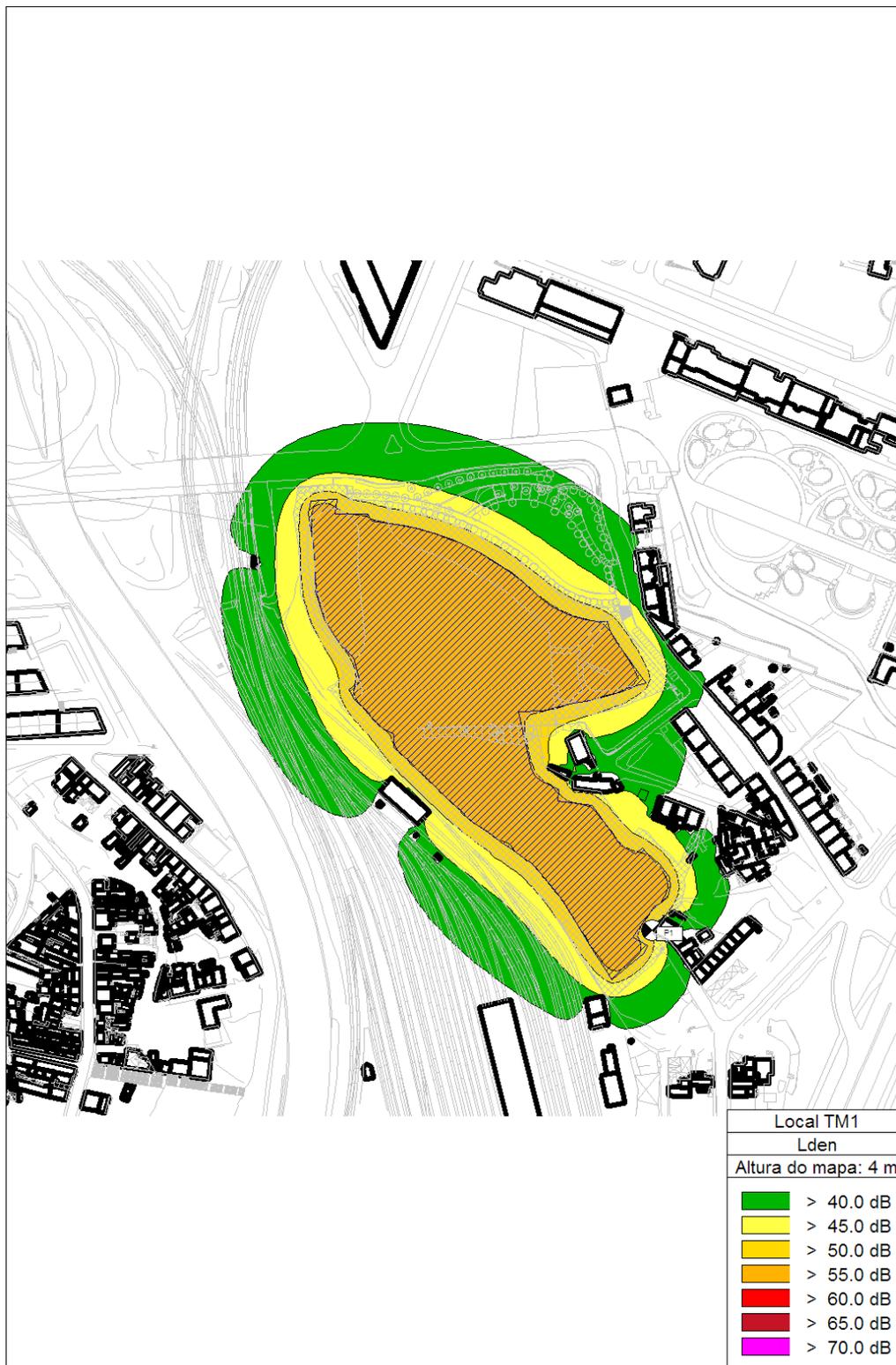
Ponto	Ruído Residual (dBA)			Ruído Particular (dBA)			Ruído Ambiente (dBA)			
	L_d	L_e	L_n	L_d	L_e	L_n	L_d	L_e	L_n	L_{den}
P1 – Estação ferroviária de Campolide (TM1)	60,7	58,4	55,3	51,7	33,1	33,1	61,2	58,4	55,3	63,3
P10 – Rua Amigos de Lisboa (TC2)	58	56,4	48,5	63,5	48,3	48,3	64,6	57	51,4	63,5

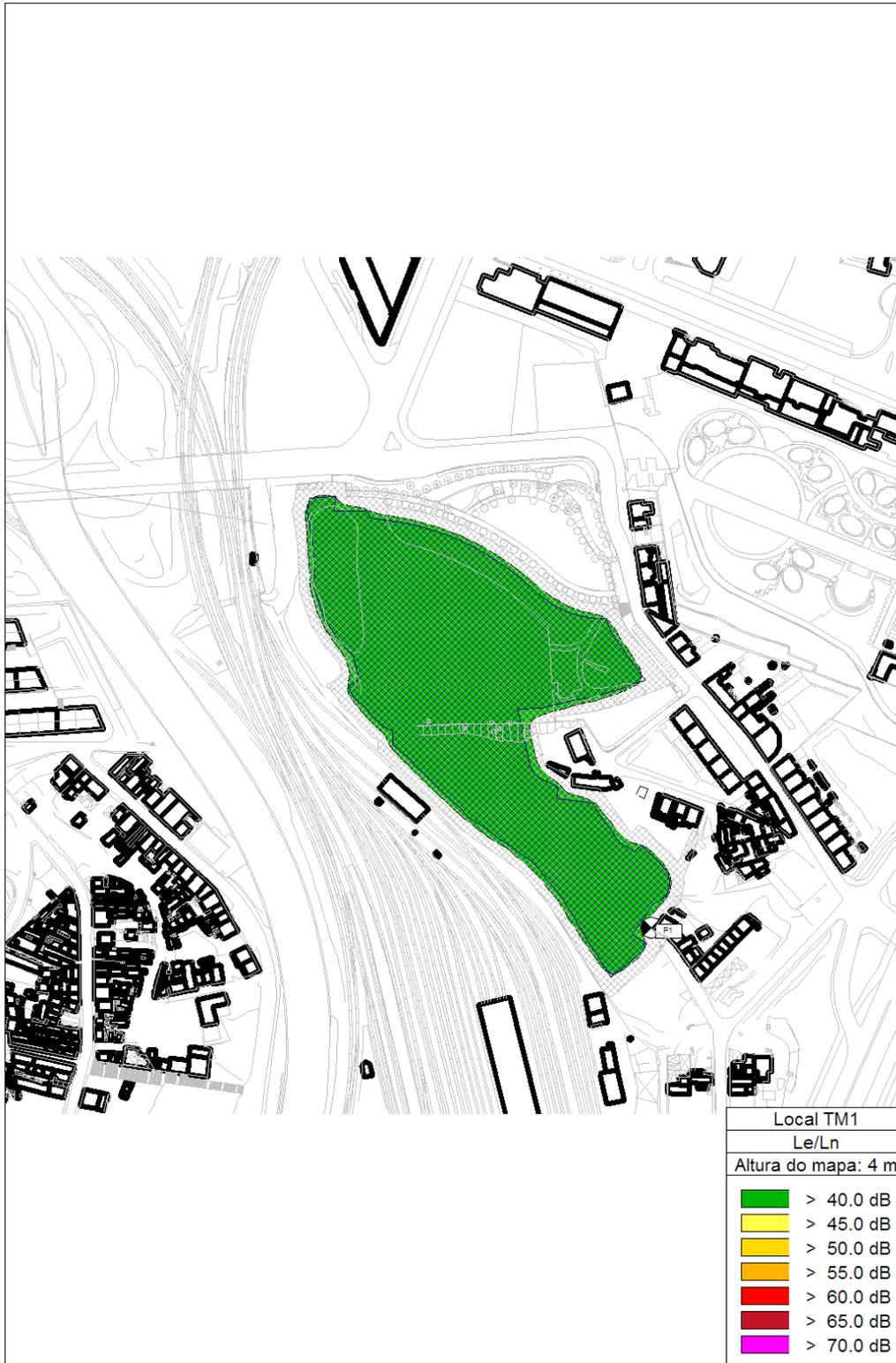
Da análise dos quadro verifica-se que os limites estabelecidos para zonas mistas são cumpridos, $L_n < 55$ dBA e $L_{den} < 65$ dBA. Note-se que os valores de L_d e L_e previstos são semelhantes pois assumiu-se que a partir das 20h o regime de funcionamento de cada estaleiro/equipamento se mantinha constante entre as 20h e as 8h do dia seguinte. Para estes casos considerou-se que o tempo de emergência dura a totalidade da duração de cada período, 3h para o entardecer e 8h para o noturno.

Seguidamente são apresentados os mapas de ruído correspondentes às simulações dos seguintes cenários e por ordem de apresentação:

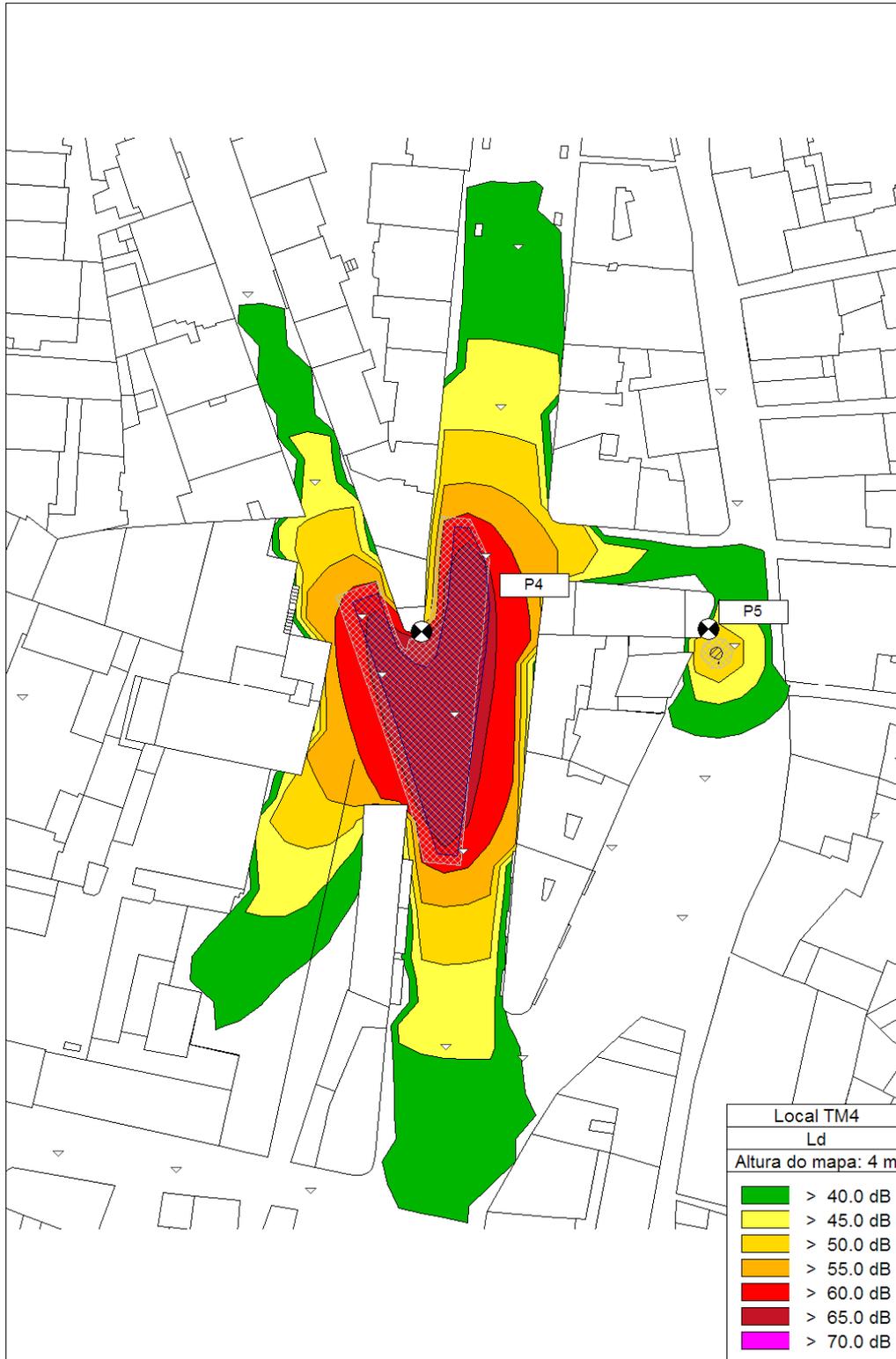
- 1) L_d , TM1; ruído proveniente das operações de Fundações e Contenções
- 2) L_{den} TM1; ruído proveniente das operações de Fundações e Contenções e ruído de obras em regime noturno
- 3) L_e/L_n TM1; ruído de obras em regime noturno
- 4) L_d , TM2; ruído proveniente das operações de Acabamentos, TM3; ruído proveniente das operações Fundações e Contenções,
- 5) L_d , TM4; ruído proveniente das operações de Acabamentos
- 6) L_d , TM5; ruído proveniente das operações de Acabamentos, TM6; ruído proveniente das operações Fundações e Contenções, e Operações de Drenagem na zona da Av Infante Dom Henrique (Coletor)
- 7) L_d , TC1; ruído proveniente das operações de Acabamentos
- 8) L_d , TC2; ruído proveniente das operações de Fundações e Contenções
- 9) L_{den} TC2; ruído proveniente das operações de Fundações e Contenções e ruído de obras em regime noturno
- 10) L_e/L_n TC2; ruído de obras em regime noturno.

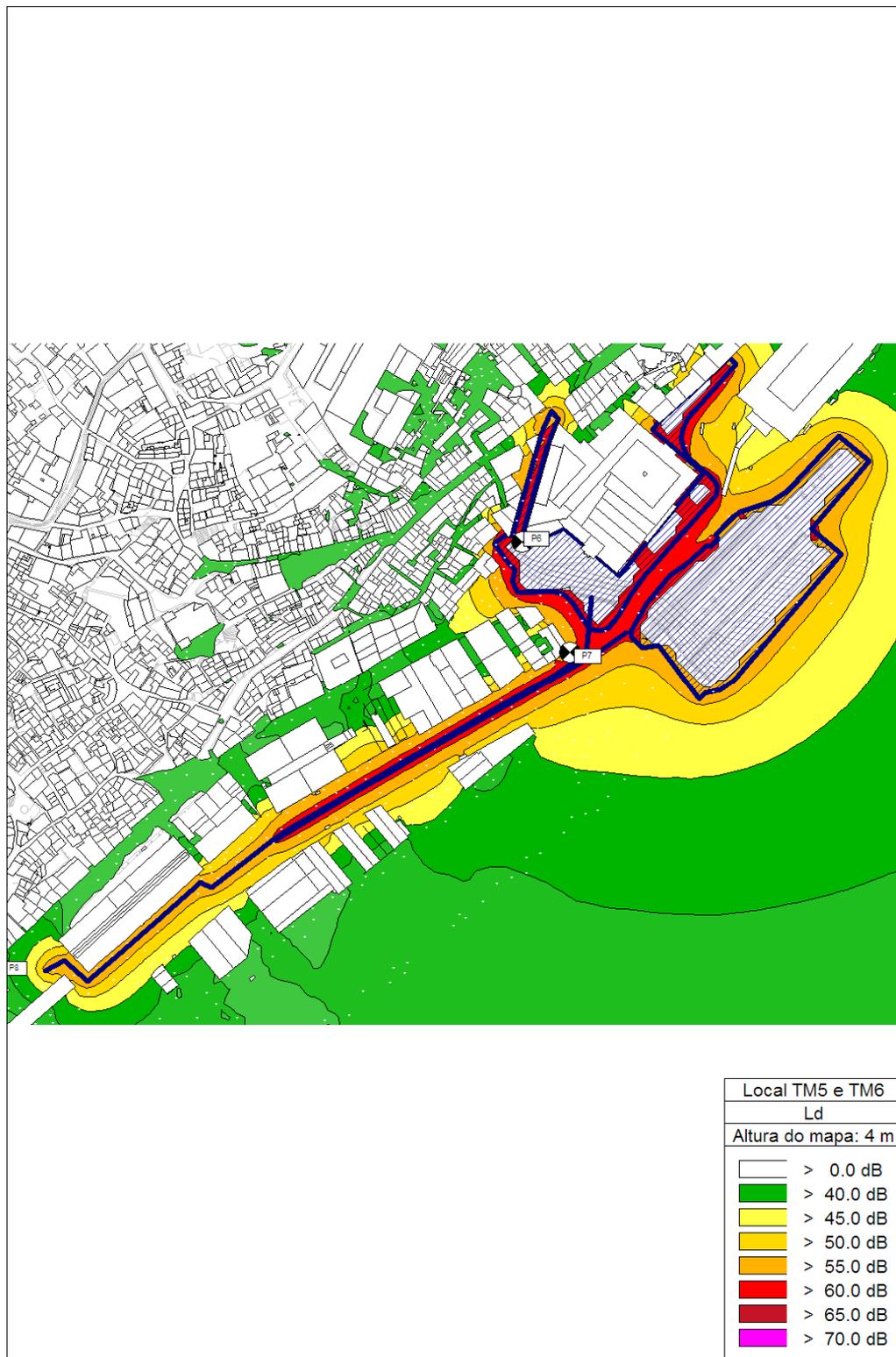




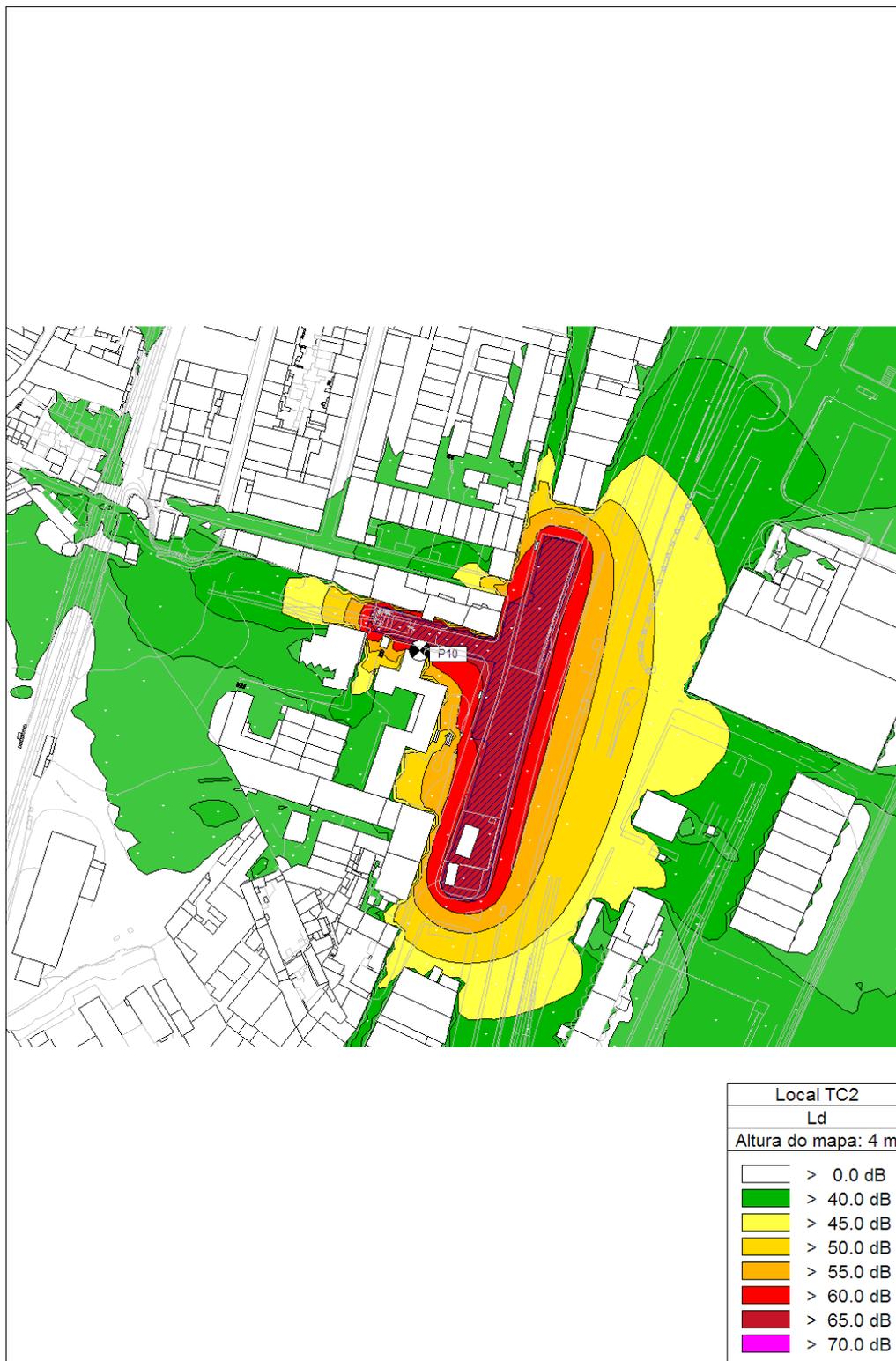


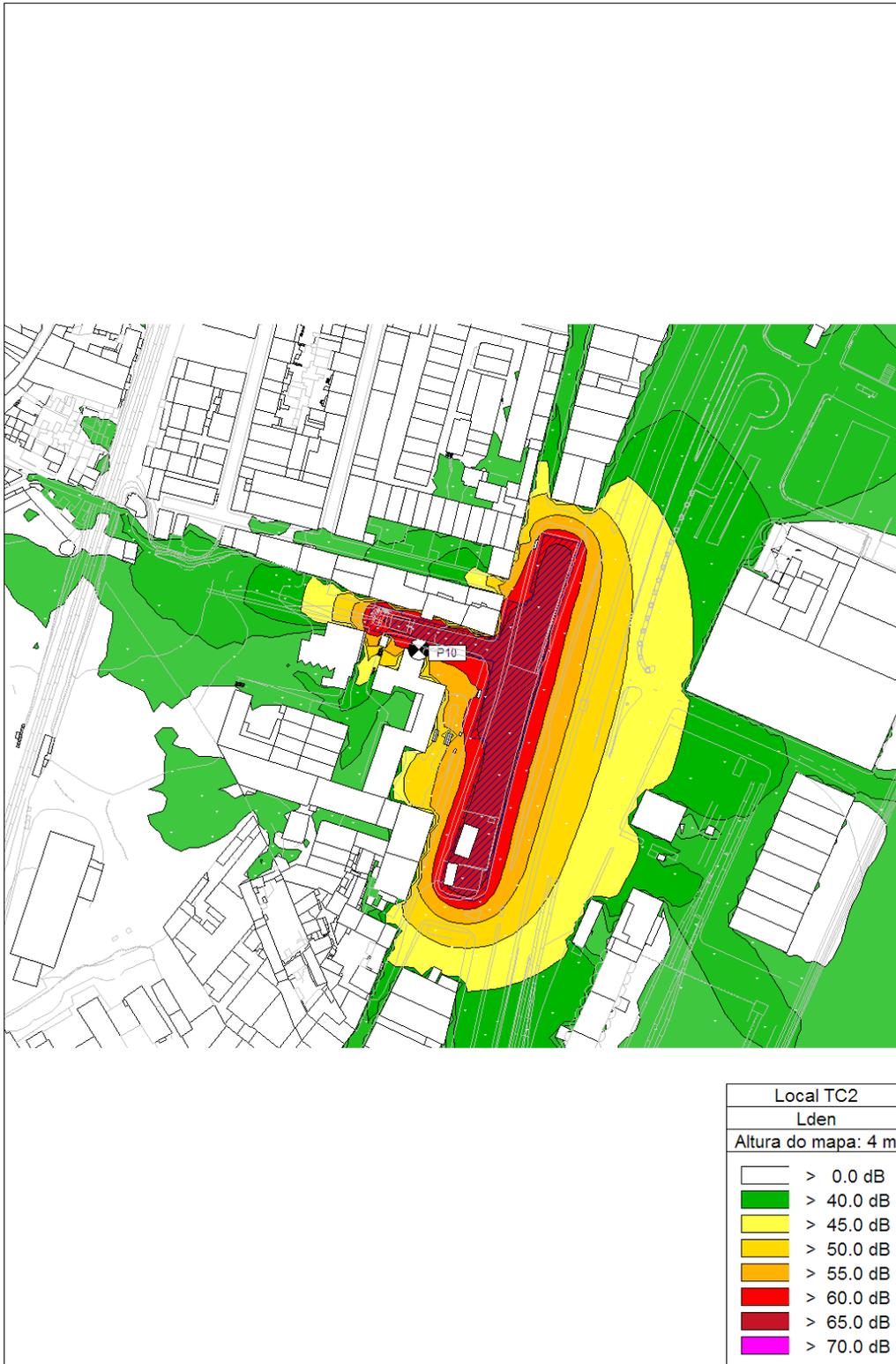


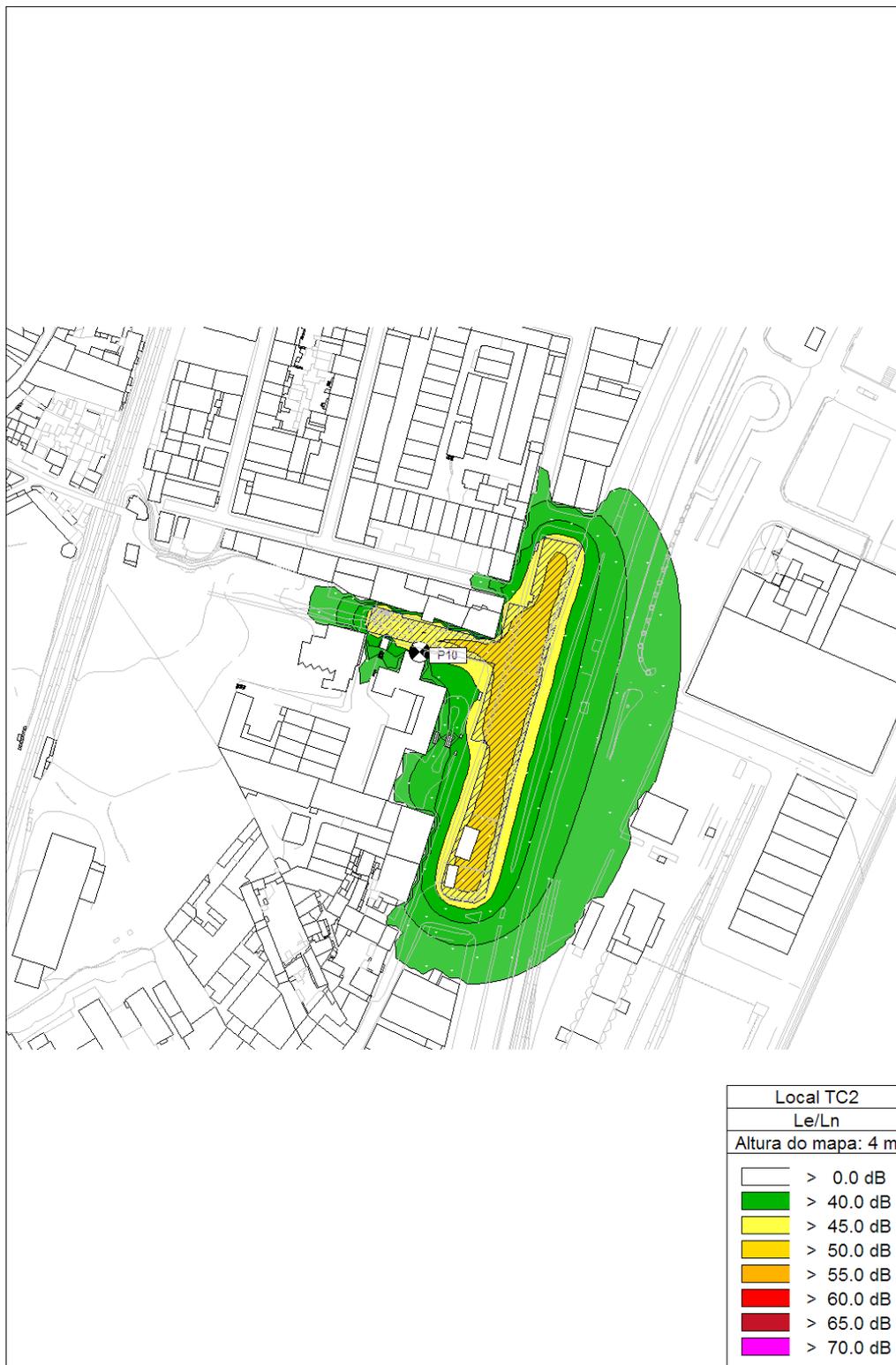












A análise dos resultados e mapas apresentados permite concluir que:

- As fases mais ruidosas serão as fases de Fundações e Contenções e a fase de Acabamentos
- A fase menos ruidosa será a Drenagem e Escavação dos túneis
- Os pontos mais críticos em termos de localização de obra serão a zona serão os TM2, TM3 e TM4, não só devido ao facto de serem consideravelmente geradores de ruído como pelo facto se localizarem em zonas de elevada densidade habitacional. Note-se no entanto que estes pontos hoje em dia já estão expostos a níveis de ruído elevados.
- Todos os pontos avaliados se encontram dentro dos limites legais para este tipo de ruído.
- Nos mapas a cor vermelho-escuro (carmim) indica-se o limite dos $L_d > 65$ dBA, e pode observar-se, nos mapas apresentados, que nos locais TM2, TM3 e TM4 este padrão se encontra relativamente próximo das habitações, sendo de esperar portanto que estes locais sejam os mais críticos e que mais cuidados inspiram exigindo particular cuidado na fase de monitorização.
- No TC2 constata-se que o edificado mais afetado pelo ruído de obra, localizado a norte do projeto, não é habitado
- Os impactes no ambiente sonoro são reduzidos à exceção dos pontos P3 (Rua de Santa Marta) e P10 (Rua Amigos de Lisboa) que se localizam atualmente em zonas com níveis de ruído mais reduzidos. Nos restantes pontos o nível de ruído residual mais elevado e de ruído particular mais reduzido originam impactes com pouco ou nenhum significado.
- A população que se localiza na vizinhança dos locais analisados não deverá sentir de forma muito significativa alterações no ambiente sonoro, no entanto, o ruído das obras deverá vir a ser identificável.

É importante referir que os valores apresentados neste estudo devem ser verificados e eventualmente revistos com base nos valores de recolhidos nas campanhas de monitorização na fase de construção. Aquando do começo das obras, será muito relevante efetuar medições de ruído e vibrações nestes locais analisados no início da obra para que, se for necessário, efetuar ajustes ao modelo de cálculo e estes sejam feitos antes da frente de obra se aproximar dos recetores mais sensíveis.

4.2 RESULTADOS DAS PREVISÕES – VIBRAÇÕES

A previsão de vibrações na fase de construção tem margens de erro elevadas, pois estas estão fortemente dependentes dos tipos de solo que se encontram e da interação entre máquinas e solo. Os pontos de monitorização encontram-se localizados nos locais onde previsivelmente se irão sentir mais os efeitos da excitação do solo. Os valores das monitorizações de vibração serão essenciais para avaliar se os níveis são aceitáveis ou se será preciso introduzir alguma alteração aos processos construtivos.

No entanto e com base em critérios de segurança para vibrações em obra descritos no documento “*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*” da *Federal TRansit Administration* de setembro de 2018 é efetuada uma avaliação de impactes do campo de vibrações, considerando, para a fase de construção, a metodologia descrita neste documento. Será feita a estimativa do nível máximo de velocidade de vibração (V_{rms}) e o valor de pico associado a cada uma das operações potencialmente mais geradoras de vibração. Este método não considera o amortecimento provocado pelo solo mas apenas a divergência geométrica das ondas vibráticas. Assim e apesar de ser muito usado obtém melhores resultados para distâncias mais curtas, inferiores a 60 m – 80 m, sendo que para distâncias mais elevadas tem tendência para sobrestimar os valores de velocidade. Para o presente caso afigura-se como majorante dos níveis de vibração.

Assim, e após consulta com a empresa construtora, foram identificadas as seguintes operações:

- Cravação de estacas por perfuração, método de estacas com tubo moldador recuperável (*bored piling*) que ocorrerá nas fundações de todos os pilares.
- Movimentação de veículos pesados afetos à obra tais como betoneiras, camiões de transporte de materiais, grua automóvel, que deverá ocorrer na vizinhança dos pilares.
- Desmonte de estruturas com recurso a martelo pneumático individual, que servirá para demolição de estruturas

De acordo com os critérios apresentados anteriormente, na seção 3.2, os valores indicativos de velocidade de pico e velocidade eficaz (rms), para estas operações estão apresentados nos dois quadros seguintes. Estes valores variam em função da distância do equipamento/operação.

Quadro 17 – Valores de Velocidade de Pico, para Cada Equipamento/Operação em Função da Distância

Distância ao equipamento de obra (m)	Velocidade de pico (mm/s) gerada por cada equipamento em função da distância		
	Perfuração de estacas com broca (bored pilling)	Movimentação de pesados carregados	Martelo pneumático
5	4,25	3,63	1,67
10	1,50	1,28	0,59
15	0,82	0,70	0,32
20	0,53	0,45	0,21
25	0,38	0,32	0,15
30	0,29	0,25	0,11
35	0,23	0,20	0,09
40	0,19	0,16	0,07
45	0,16	0,13	0,06
50	0,13	0,11	0,05
55	0,12	0,10	0,05
60	0,10	0,09	0,04
65	0,09	0,08	0,04
70	0,08	0,07	0,03
75	0,07	0,06	0,03
80	0,07	0,06	0,03
85	0,06	0,05	0,02
90	0,06	0,05	0,02
95	0,05	0,04	0,02
100	0,05	0,04	0,02

A vermelho estão indicados os valores que se encontram já dentro do intervalo estabelecido para os limites máximos, de acordo com o critério do LNEC (3,5 – 5 mm/s), para danos em estruturas devidos a vibrações impulsivas, para construções correntes, e o pior tipo de solos em termos de propagação (conforme Quadro 17). Da observação do quadro anterior conclui-se que as operações mais impactantes são a cravação de estacas e a movimentação de pesados carregados. Em termos de danos estruturais em construções correntes seria de esperar a ultrapassagem dos valores limite (5 mm/s) para distâncias inferiores a 5m em torno do equipamento em questão. Prevê-se que no presente projeto as distâncias existentes sejam sempre superiores a 5 metros.

Quadro 18 – Valores de Velocidade Eficaz (rms), para Cada Equipamento/Operação em Função da Distância

Distância ao equipamento de obra (m)	Velocidade eficaz/rms (mm/s) gerada por cada equipamento em função da distância		
	Cravação de estacas com broca (bored pilling)	Movimentação de pesados carregados	Martelo pneumático
5	1,06	0,91	0,42
10	0,38	0,32	0,15
15	0,20	0,17	0,08
20	0,13	0,11	0,05
25	0,10	0,08	0,04
30	0,07	0,06	0,03
35	0,06	0,05	0,02
40	0,05	0,04	0,02
45	0,04	0,03	0,02
50	0,03	0,03	0,01
55	0,03	0,02	0,01
60	0,03	0,02	0,01
65	0,02	0,02	0,01
70	0,02	0,02	0,01
75	0,02	0,02	0,01
80	0,02	0,01	0,01
85	0,02	0,01	0,01
90	0,01	0,01	0,01
95	0,01	0,01	0,01
100	0,01	0,01	0,00

A laranja estão indicados os valores que excedem os limites de acordo com o critério de incomodidade do LNEC (conforme Quadro 1). Note-se que este critério é muito mais exigente que o critério do LNEC relativo a danos em edificações excitadas por vibrações continuadas (conforme Quadro 2).

Da observação do quadro anterior conclui-se que todas as operações poderão ser percecionadas por recetores que se encontrem muito próximos da frente de obra mas, no entanto, mesmo que os recetores existissem a estas distâncias de 5 a 10 m, os níveis de vibração apesar de perceptíveis não afetariam as condições de trabalho desses recetores. A operação de demolição com martelo pneumático não implica impactes significativos pois só se faz sentir para distâncias inferiores a 5 m, como tal não será considerada na análise subsequente uma vez que todos os recetores se encontram a distâncias superiores relativamente às frentes de obra.

Estes valores deverão servir de indicador para o responsável da obra para que seja definido em obra o limite mínimo de proximidade aos recetores mais próximos. Caso este mínimo não seja possível de cumprir dever-se-á acompanhar com monitorização o evoluir da obra no ponto mais solicitado.

Note-se, mais uma vez, que estes são valores indicativos. A título de exemplo refira-se que para a operação de cravação de estacas, a norma inglesa BS 5228-2:2009, reporta valores medidos em campo significativamente díspares de acordo com o equipamento usado, diâmetro do furo e tipo de solo. Esta disparidade remete para a necessidade de avaliação dos valores recolhidos durante as campanhas de monitorização.

A tuneladora, estará sempre a distâncias muito elevadas da superfície, à exceção das zonas de entrada e saídas de cada um dos túneis e onde foram efetuadas medições de (TM1 – P1V; TM5 – P6V; TC1 – P9V; TC2 – P10) e como tal não se preveem impactes ao nível das vibrações para quaisquer outros pontos.

Não se preveem impactes significativos resultantes da vibração com origem nas operações de construção. É, no entanto, indispensável que a monitorização de vibrações seja efetuada e os respetivos dados analisados por forma a decidir se é feito um ajuste ao modelo de previsão ou não.

5. AVALIAÇÃO DE IMPACTES

Tal como referido anteriormente em termos de ruído não se prevêem impactes com grande significado no decurso da obra, sendo que no pior dos casos se verifica que $L_d < 65$ dBA, no ruído ambiente, apesar de vir a ser sentido pelos recetores mais expostos.

No caso das vibrações não se prevê que estas possam vir a ser relevantes em nenhum dos pontos analisados.

As campanhas de monitorização serão essenciais para não só garantir que os valores previstos estão corretos, como para possibilitar a avaliação dos níveis de emissão de ruído e de geração vibração, que permitam depois estimar valores noutros locais de obra com maior proximidade a recetores.

6. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

Não se preveem quaisquer medidas de minimização na fase inicial de obra, tanto para o ruído como para as vibrações.

Em termos de processo de obra é, no entanto, essencial que adoptem as seguintes recomendações/medidas:

- Se cumpram os horários estabelecidos garantindo que as obras só decorram durante o período diurno (8h-20h) e que o façam apenas durante aproximadamente 12h/dia, sendo este valor relativo ao período de funcionamento dos equipamentos.
- Se verifique todo o equipamento, de forma a garantir que este não emite mais ruído/vibração do que o programado.
- Caso haja alguma reclamação, o construtor deverá ser notificado e esta será avaliada com recurso a medições e tomada de medidas no sentido de reduzir o ruído/vibração nesse recetor.
- Caso haja necessidade poderá proceder-se à revisão do tempo de funcionamento de cada equipamento, ou à sua substituição por outro mais silencioso por forma a reduzir a sua geração de ruído.
- Caso as vibrações geradas sejam percecionadas como incomodativas ou, apesar de muito improvável, apresentarem valores que apontem para a possibilidade de danos nas estruturas dos edifícios, o construtor deverá ser imediatamente notificado e o processo de obra modificado no sentido de reduzir os valores de vibração. As modificações poderão passar pela escolha de equipamento diferente, redução da velocidade de cada equipamento/processo ou qualquer outra alteração que reduza o nível de impacte sobre o solo. Note-se, a empresa construtora demonstrou particular cuidado com a zona de obra junto à Torre Vicentina/Encontro VL2) sendo adquirido em termos de programa de obra as seguintes medidas que reduzem o risco de vibrações:
 - Uso do método de trado contínuo, que é menos gerador de vibrações e ruído;
 - Relocalização do estaleiro de máquinas para a nascente;
 - O uso de martelos pneumáticos individuais (pequena dimensão) para qualquer trabalho de demolição;

- Subida da cota de escavação da fundação para os maciços, o que diminui o volume de escavação e mantém a geração de vibrações a uma cota mais próxima da superfície.

Caso necessário, de acordo com os valores recolhidos durante a monitorização, medidas de minimização entre a fonte e o recetor, tais como a colocação de painéis ou coberturas, deverão ser equacionadas.

Como último recurso, caso nenhuma das recomendações/medidas de obra acima se mostre eficaz, promover-se-á a redução no recetor com base no reforço de fachada ou qualquer outra medida que se mostre eficaz.

Uma vez mais se refere que se as campanhas de monitorização mostrarem que os valores medidos estão acima dos previstos e além do desejável, deverão ser estudadas e implementadas medidas corretivas.