

**EMPREITADA DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DOS TOSCOS, ACABAMENTOS E SISTEMAS,
NO ÂMBITO DA CONCRETIZAÇÃO DO PLANO DE EXPANSÃO DO METROPOLITANO DE LISBOA - PROLONGAMENTO DAS LINHAS AMARELA E VERDE - VIADUTOS DO CAMPO GRANDE - LOTE 3
CONTRATO 79/2020-ML**

METROPOLITANO DE LISBOA, EPE

PROJETO DE EXECUÇÃO

**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL
DO PROJETO DE EXECUÇÃO**

ANEXO 9 – PROGRAMA GERAL DE MONITORIZAÇÃO

Documento n.º:	VDCG TXD PE AMB LT3 000 AN 49009 B		
Elaborado	NOME	ASSINATURA	DATA
	Vários		2021-07-21
Revisto	NOME		DATA
	Fátima Teixeira		2021-07-21
Verificado	NOME		DATA
	Luís Pedrosa		2021-07-21
Aprovado	NOME		DATA
	Gonçalo Fialho		2021-07-21



PÁGINA EM BRANCO



REGISTO DE PÁGINAS APLICÁVEIS

Revisão	Data	Página Alterada / Introduzida
A	2021-07-06	Várias
B	2021-07-21	Pág.16



REGISTO DE MODIFICAÇÕES DO DOCUMENTO

Revisão	Data	Descrição
0	2021-06-18	Edição inicial
A	2021-07-06	Revisão de acordo com o documento VDCG TPF PE AMB LT3 000 FR 001
B	2021-07-21	Revisão dos critérios da monitorização da fase de construção (ponto 3.2.3)
C		

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	7
2. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DO RUÍDO.....	10
2.1 INTRODUÇÃO.....	10
2.2 DESCRIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM.....	10
2.2.1 Locais de Amostragem	10
2.2.2 Parâmetros a Monitorizar	12
2.2.3 Periodicidade das Campanhas de Monitorização.....	13
2.2.4 Técnicas e Métodos de Análise	13
2.2.5 Critérios de Análise.....	13
2.2.6 Relatórios de Monitorização.....	14
2.2.7 Tipo de Medidas de Gestão Ambiental a Adotar na Sequência dos Resultados dos Programas de Monitorização.....	14
3. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES	15
3.1 INTRODUÇÃO.....	15
3.2 DESCRIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM.....	15
3.2.1 Locais de Amostragem	15
3.2.2 Parâmetros a Monitorizar	16
3.2.3 Periodicidade das Campanhas de Monitorização.....	16
3.2.4 Técnicas e Métodos de Análise	17
3.2.5 Critérios de Análise.....	17
3.2.6 Relatórios de Monitorização.....	19
3.2.7 Tipo de Medidas de Gestão Ambiental a Adotar na Sequência dos Resultados dos Programas de Monitorização.....	19

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Planos de Monitorização e Fases de Aplicação.....	7
Quadro 2 – Locais de Monitorização do Ambiente Sonoro	11
Quadro 3 – Locais de Monitorização de Vibrações.....	15
Quadro 4 – Valores limites de conforto para o valor eficaz da velocidade de vibração, v ; locais sensíveis, em casa ou no escritório	17
Quadro 5 – Danos – Valores da velocidade global efectiva v_{rms} no local.....	18
Quadro 6 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, $ V_{max} $; base da edificação (mm/s).....	18
Quadro 7 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, $ V_{max} $; base da edificação- NP2074:2015 (mm/s).....	18



DESENHO

PONTOS DE MONITORAÇÃO DO RUÍDO E VIBRAÇÕES

1. INTRODUÇÃO

O presente Plano Geral de Monitorização reporta-se às fases de construção e exploração e define os programas específicos de monitorização considerados necessários face à avaliação realizada no presente RECAPE, referente ao projeto de execução dos novos viadutos do Campo Grande e que considera ainda o prolongamento para nascente do cais existente da Estação do Campo Grande, alteração de projeto posterior à emissão da DIA.

Deste modo, face à avaliação realizada considera-se a implementação de um plano de monitorização para os descritores **Ruído e Vibrações**, em fase de construção e de exploração (Quadro 1):

Quadro 1 – Planos de Monitorização e Fases de Aplicação

Planos de Monitorização	Fase de Construção	Fase de Exploração
Ruído	√	√
Vibrações	√	√

Os planos específicos que seguidamente se detalham foram elaborados nos termos do definido na Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro, Anexo V, onde constam os requisitos para os planos de monitorização.

Importa referir que relativamente aos descritores ambientais referidos na DIA, não se considera necessária a sua monitorização no presente Lote de projeto, o qual tem um contexto um pouco diferenciado do existente nos Lotes 1 e 2, para os quais a DIA está mais diretamente direcionada.

Assim, relativamente ao presente lote de projeto (Lote 3) e face às avaliações realizadas e os estudos específicos desenvolvidos, não se consideram necessários os seguintes planos de monitorização pelos motivos a seguir referidos:

❖ Qualidade do Ar

As movimentações de terras, como ações geradoras da emissão de partículas que podem de forma mais significativa afetar a qualidade do ar, são neste projeto, situações muito localizadas apenas ocorrentes nas zonas das sapatas dos pilares dos novos viadutos, constituindo uma situação de muito reduzido impacte e que não justifica a realização de qualquer plano de monitorização, sendo o impacte minimizado pelas medidas de gestão ambiental em obra.

❖ Recursos Hídricos

A zona do Campo Grande corresponde a uma área urbana impermeabilizada por pavimentos e edificações não existindo recursos hídricos superficiais. Em termos dos recursos hídricos subterrâneos as interferências com o nível freático são pontuais e localizadas aos locais dos pilares a construir para os novos viadutos, que constituirão perturbações temporárias que estabilizam, assim que se adquirir de novo o equilíbrio hidrostático. Não se justifica assim qualquer plano de monitorização.

De referir que no âmbito do Plano de Observação e Instrumentação e de modo acautelar os possíveis efeitos geotécnicos na obra e outro edificado e estruturas existentes é feita a monitorização dos 4 piezómetros instalados no âmbito das sondagens geotécnicas realizadas. Este acompanhamento do comportamento geotécnico inclui outros dispositivos de análise, como marcas topográficas, alvos refletores nos edifícios e fissurómetros, conforme definido no respetivo Plano que é apresentado no **Anexo 10.3** do Volume *Anexos* do RECAPE.

❖ Paisagem

Na Paisagem dado que o destino das árvores a transplantar é designado pela CML, conforme o estabelecido em Programa Preliminar do ML, o seu acompanhamento ficará também a cargo da CML.

De facto, como acordado entre o ML e a CML, os exemplares arbóreos a transplantar deverão ser replantados nos espaços verdes envolventes à obra em locais a designar pela C.M.L.. Os trabalhos de execução serão acompanhados por técnicos credenciados daquela entidade.

Ao nível das Condições Técnicas definidas no PIP do projeto, considera-se apenas que deve ser assegurada a rega dos exemplares transplantados durante uma época de rega.

❖ Património

De acordo com o Relatório do descritor Património Cultural apresentado no **Anexo 5.1** do Volume *Anexos* do RECAPE, e dada a ausência de património na área do projeto e numa envolvente direta, não se aplica a realização deste Plano no presente Lote 3 da Empreitada de Prolongamento das Linhas Amarela e Verde.

❖ Solos

Para verificar a possibilidade de reutilização dos solos na empreitada, o destino final dos solos de sobranes e a sua eventual contaminação, conforme estabelecido no âmbito das medidas II-9., III-26. e III-49. da DIA, foi já nesta fase realizada uma campanha de amostragem para a caracterização da qualidade dos solos de escavação (**Anexo 7** do Volume *Anexos* deste RECAPE). Complementarmente a esta campanha agora realizada, durante a fase de construção e para confirmação dos resultados e/ou em função de verificações em obra, poderão vir a ser definidas novas amostragem pontuais no âmbito do acompanhamento e gestão ambiental da obra, mas que nesta fase, e de acordo com os resultados obtidos, não configura a definição de um programa de monitorização.

De acordo com o relatório de amostragem realizado aos solos, concluiu-se os solos de escavação poderão ser utilizados nos aterros da obra ou em obra do mesmo produtor, conforme estabelecido no artigo 52.º do Decreto-Lei n.º 102-D/2020 de 10 de dezembro (*utilização de resíduos de construção e demolição em obra*). Os solos não reutilizados e a levar a destino final (resíduos não perigosos resultantes de atividade de construção, que se integram na classificação LER 17 05 04 – Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03), serão maioritariamente encaminhados a aterro de resíduos não perigosos, para utilização como terras de cobertura numa operação de valorização de resíduos.

2. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DO RUÍDO

2.1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de avaliar as repercussões sobre o ambiente sonoro resultantes da fase de exploração, será implementado um Programa de Monitorização do Ruído, com o objetivo de avaliar a eficácia das medidas de minimização introduzidas no projeto e em caso de necessidade definir eventuais medidas complementares.

Relativamente à fase de construção, caso a obra venha a ser sujeita ao pedido da Licença Especial de Ruído (LER), face ao desenvolvimento de trabalhos na envolvente próxima de edifícios habitacionais, escolares e outros, o plano de monitorização a implementar deverá dar cumprimento às medidas, pontos de monitorização e valores limite que venham a ser definidos na respetiva LER. Não obstante o referido, é apresentado, a título indicativo, um plano de monitorização para a fase de construção, que considera a monitorização nos pontos com ocupação mais sensível, designadamente os edifícios escolares e habitacionais mais próximos da obra.

2.2 DESCRIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

2.2.1 Locais de Amostragem

Fase de Exploração

Para comprovação dos valores de ruído emitido pelo funcionamento do projeto dos novos viadutos do Campo Grande e assim da validação da conclusão da avaliação de impactes face às medidas de projeto introduzidas, preconiza-se a monitorização do ambiente sonoro na fase de exploração.

Os locais de monitorização, identificados no Quadro 2 correspondem aos recetores localizados junto dos novos viadutos, os quais são alvo de medidas específicas de acondicionamento acústico

Fase de Construção

Os pontos a monitorizar durante a fase de construção deverão dar cumprimento ao que vier definido na eventual Licença Especial de Ruído, apontando-se, desde já, a título indicativo no Quadro 2, os recetores que se considera deverem ser considerados e que correspondem aqueles onde se procedeu à realização de medições de caracterização da situação existente, pela sua proximidade à obra, e onde se inclui também mais um recetor, correspondente à Clínica CUF Alvalade (10R), localizado no próprio Estádio José de Alvalade, a norte do Terminal Rodoviário existente e do novo viaduto VL2.

Quadro 2 – Locais de Monitorização do Ambiente Sonoro

Ponto	Coordenadas de projeto		Coordenadas globais (WGS84)		Descrição do Ponto de Monitorização	Fase de aplicação
	M	P	Lat	Long.		
1R	-89553.7	-100339.0	38°45'35.65"N	9° 9'48.34"W	Edifícios de habitação na R. Professor Vitor Fontes	Fases de construção e exploração
2R	-89619.9	-100392.3	38°45'34.28"N	9° 9'51.06"W	Colégio Mira Rio	Fases de construção
3R	-89477.7	-100394.7	38°45'33.95"N	9° 9'45.00"W	Torre Vicentina (nascente)	Fases de construção e exploração
4R	-89508.3	-100396.6	38°45'33.94"N	9° 9'46.45"W	Torre Vicentina (poente)	Fases de construção e exploração
5R	-89524.2	-100486.25	38°45'31.04"N	9° 9'47.01"W	Escola Alemã (biblioteca/auditório)	Fases de construção e exploração
6R	-89106.6	-100362.7	38°45'35.04"N	9° 9'29.98"W	Edifício NOS (poente)	Fases de construção e exploração
7R	-88960.4	-100237.4	38°45'39.37"N	9° 9'23.88"W	Edifício R. Fernando Curado Ribeiro	Fase de construção
8R	-88950.3	-100312.7	38°45'36.90"N	9° 9'23.14"W	Edifício R. Ator António Silva	Fase de construção
10R	-89300.9	-100271.7	38°45'36.78"N	9° 9'38.64"W	Clínica CUF Alvalade (Estádio José de Alvalade)	Fase de construção e exploração

No **Desenho** em anexo apresenta-se a sua localização.

Nos pontos 7R e 8R não se prevê qualquer impacto negativo decorrente das alterações que as obras a desenvolver irão gerar na circulação das composições e como tal considera-se que apenas fará sentido a monitorização durante a fase de construção.

Não obstante ter havido o cuidado de identificar e caracterizar os locais mais críticos em termos de proximidade a recetores sensíveis, caso existam reclamações, com origem na infraestrutura em avaliação, deverão ser efetuadas medições junto dos usos do solo com sensibilidade ao ruído pertencentes aos reclamantes, passando estes locais a constar dos pontos de monitorização. Este aspeto pode ser relevante caso se venha a verificar a geração de ruído estrutural incomodativo dentro de habitações com origem nas vibrações provocadas pelas obras ou pela passagem dos metropolitano em fase de exploração. Refira-se que neste caso mesmo havendo ruído de obras e/ou passagem de composições será sempre possível estimar os valores de ruído residual caso seja necessário e estimar impactes. O mesmo se aplica se se verificar a emergência de uma ou mais fontes de ruído afetas à fase de obra ou de exploração, não incluídas durante a fase de preparação das campanhas de monitorização. A inclusão, exclusão ou alteração dos pontos de monitorização apresentados deverá ser efetuada sempre que haja necessidade e deverá modificar-se de acordo com a localização das frentes de obra e dos respetivos recetores mais expostos identificados. Assim, se as campanhas de monitorização identificarem novas fontes de ruído e/ou novos recetores, estes deverão ser avaliados. A monitorização deverá também permitir identificar os pontos de monitorização que poderão ser descurados face à inexistência de fontes de ruído associadas à obra ou à exploração, na sua proximidade.

2.2.2 Parâmetros a Monitorizar

Fase de Exploração

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

Para além destes índices deverão ser registados, em cada local, os espectros dos sinais sonoros em bandas de frequência de 1/3 de oitava, durante o funcionamento de máquinas, equipamentos e quaisquer operações ruidosas.

Esta análise será efetuada na vigência dos períodos de referência, em que se verificar + definidos na alínea p) do Artigo 3º do RGR, conduzindo à determinação dos valores dos indicadores de ruído ambiente: L_d (L_{Aeq} no período diurno), L_e (L_{Aeq} no período entardecer) e L_n (L_{Aeq} no período noturno).

A partir dos valores registados, será calculado, também, o valor do indicador de ruído diurno-entardecer-noturno L_{den} , a partir da fórmula seguinte, de acordo com a alínea j) do artigo 3º do RGR:

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

Aquando das medições proceder-se-á à monitorização de fatores determinantes dos níveis de ruído ambiente, registando-se no Relatório de Monitorização de Ruído as principais fontes de ruído observadas no decorrer da campanha.

Fase de Construção

A caracterização acústica a efetuar e a subsequente escolha dos parâmetros a analisar estará dependente dos horários de funcionamento da obra e das especificações que a entidade responsável pela emissão da licença especial de ruído (Câmara Municipal de Lisboa) estabelecer.

O parâmetro a utilizar para efetuar a caracterização do ambiente sonoro é o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, L_{Aeq} . Devem ser monitorizados dias críticos tendo em conta as atividades mais ruidosas calendarizadas para esses dias e sua proximidade aos recetores sensíveis. Para efeitos da verificação dos valores limite, o indicador $L_{Aeq,T}$ reporta-se a um dia para o período de referência em causa, pelo que não devem ser efetuadas médias de valores obtidos em diferentes dias. O momento de recolha das medições, número de medições e respetiva duração são selecionados com base no regime de funcionamento da fonte no período de referência em análise.

2.2.3 Periodicidade das Campanhas de Monitorização

Fase de Exploração

Durante a fase de exploração deverá ser realizada uma única campanha de medições acústicas no primeiro ano de exploração da infraestrutura para validação dos impactes previstos, com baixos níveis sonoros e abaixo dos limites legais. Após esta campanha e na ausência de reclamações e/ou de alterações significativas a nível de volume e/ou características dos veículos a circular na via, não se preconiza mais nenhuma outra campanha.

Fase de Construção

Durante a fase de construção a periodicidade da monitorização deverá ser ajustada em função do cronograma da obra e das situações mais críticas em termos de emissão de níveis sonoros no entanto serão, no mínimo, efetuadas campanhas de monitorização bimensais.

2.2.4 Técnicas e Métodos de Análise

As medições serão realizadas de acordo com os procedimentos constantes na Norma Portuguesa aplicável, nomeadamente a NP ISO 1996 (2019), complementada pelo *Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente*, emitido pela APA em 2020, e o documento *Notas técnicas para relatórios de monitorização de Ruído - Fase de obra e fase de exploração*, emitido pela APA em novembro de 2009.

Os equipamentos de medição acústica serão de modelo(s) homologado(s) pelo Instituto Português de Qualidade e calibrados pelo Laboratório Primário de Metrologia Acústica.

As medições serão realizadas por laboratórios acreditados para o efeito.

2.2.5 Critérios de Análise

Os critérios de avaliação de dados para as medições acústicas a efetuar, serão os estabelecidos na legislação sobre ruído ambiente em vigor, nomeadamente no Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro), retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

A conformidade dos resultados com o RGR é verificada, nas fases de pré-construção e exploração, pela análise do cumprimento dos valores limites de exposição (artigo 11.º do RGR) aplicáveis, em função da classificação da zona em questão. No caso de novos equipamentos a instalar que sejam fontes de ruído permanentes e que não façam parte do ruído de tráfego ferroviário, deverá ser igualmente cumprido o critério de incomodidade (artigo 13º do RGR)



Na fase de construção a conformidade dos resultados com o RGR é verificada pela análise do cumprimento dos valores limite estabelecidos na licença especial de ruído e na DIA deste projeto, que define como valores máximos admissíveis: $LAeq_{diurno} \leq 65$ dBA $LAeq_{entardecer} \leq 60$ dBA e $LAeq_{noturno} \leq 55$ dBA.

2.2.6 Relatórios de Monitorização

No final de cada campanha de monitorização de ruído será emitido um Relatório de Monitorização correspondente.

Cada Relatório de Monitorização seguirá a estrutura recomendada no Anexo V da Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro, e incluirá ainda as recomendações descritas no documento "Notas técnicas para relatórios de monitorização de Ruído - Fase de obra e fase de exploração", emitido pela APA, em outubro de 2009.

Estes Relatórios deverão, ainda, apresentar uma análise de tendências relativas ao ambiente acústico nos locais monitorizados. Deverá ser apresentada uma análise e interpretação das tendências encontradas.

Sempre que se verificarem reclamações ou alterações de projeto, deverá ser revisto o programa de monitorização de ruído. Esta revisão poderá incluir a alteração do número e locais a monitorizar, periodicidade das monitorizações e atualizações resultantes de alterações na legislação.

Os relatórios de monitorização deverão ser entregues à até 2 meses após a realização das campanhas.

2.2.7 Tipo de Medidas de Gestão Ambiental a Adotar na Sequência dos Resultados dos Programas de Monitorização

Em função dos resultados obtidos poderão ser equacionadas medidas de minimização a definir posteriormente.

3. PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES

3.1 INTRODUÇÃO

O presente plano aplica-se às fases de construção e de exploração e tem como objetivo identificar potenciais situações de incomodidade e impacto nos edifícios em fase de construção e de exploração, para os edifícios mais próximos ao local do projeto.

3.2 DESCRIÇÃO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

3.2.1 Locais de Amostragem

Os pontos de monitorização são os indicados no quadro seguinte.

No **Desenho** em anexo apresenta-se a sua localização.

Quadro 3 – Locais de Monitorização de Vibrações

Ponto	Coordenadas de projeto		Coordenadas globais (WGS84)		Descrição do ponto de monitorização	Fase de aplicação
	M	P	Lat.	Long.		
1V	-89492.9	-100429.6	38°45'32.89"N	9° 9'45.81"W	Escola Alemã	Fases de Construção e Exploração
2V	-89483.3	-100392	38°45'34.10"N	9° 9'45.32"W	Torre Vicentina (nascente), nível do R/C	Fases de Construção e Exploração
3V	-89503.4	-100392.1	38°45'34.04"N	9° 9'46.24"W	Torre Vicentina (poente), nível do R/C	Fases de Construção e Exploração
4V	-89106.6	-100362.7	38°45'35.20"N	9° 9'29.94"W	Edifício NOS (poente)	Fase de construção

A não inclusão de pontos de medição de vibrações no lado nascente da estação está relacionado com o tipo de obra que se irá desenvolver nesta zona, que, de acordo com a descrição do construtor não geram qualquer tipo de vibração significativa no solo vizinho à obra.

Não obstante ter havido o cuidado de identificar e caracterizar os locais mais críticos em termos de proximidade a recetores sensíveis, caso se verifiquem reclamações ou alterações ao projeto que o justifiquem poderão ser adicionados novos pontos aos definidos inicialmente. O mesmo se aplica se se verificar a emergência de uma ou mais fontes de vibração afetas à fase de obra ou de exploração, não previstas durante a fase de preparação das campanhas de monitorização. A escolha dos locais deverá também ser feita tendo em conta a sua utilidade na estimação de valores em outros pontos dentro da zona de obra.

3.2.2 Parâmetros a Monitorizar

A recolha de dados e a sua apresentação serão efetuados, sempre que possível, de acordo com o documento que o LNEC elaborou para o Metropolitano de Lisboa. As campanhas de monitorização a realizar consistirão na caracterização, do parâmetro velocidade eficaz global de vibração, $[v_{ef}]$ e valor máximo de velocidade (medida com acelerómetro triaxial, valor máximo verificado durante 1 segundo ao longo da medição) todas as medições deverão ser efetuadas na gama de frequências compreendida entre o 4Hz e os 250Hz, sendo que deverá ser verificada, previamente a cada medição, toda a cadeia de medição com calibrador adequado. Os equipamentos utilizados devem cumprir os requisitos da norma ISO/TS 14837-31, com um valor de sensibilidade que lhe permita medir valores de velocidade de vibração muito baixos (na ordem de 0,01 mm/s), na gama de frequências compreendida entre 4 e 250 Hz.

Note-se que, se de acordo com os resultados obtidos durante a fase de obra, o valor de velocidade de vibração nas componentes horizontais se mostrar insignificante poderá ser feita a opção medir apenas a componente vertical que tipicamente é a que apresenta valores muito acima das restantes.

3.2.3 Periodicidade das Campanhas de Monitorização

Fase de Exploração

Durante a fase de exploração deverá ser realizada uma única campanha de medições de vibração no primeiro ano de exploração da infraestrutura para validação dos impactes previstos. Após esta campanha e na ausência de reclamações e/ou de alterações significativas a nível de volume e/ou características dos veículos a circular na via, não se preconiza mais nenhuma outra campanha.

Fase de Construção

Durante a fase de construção a periodicidade da monitorização deverá ser ajustada em função do cronograma da obra e das situações mais críticas em termos de geração de vibrações como por exemplo, a execução de demolições, escavações ou qualquer operação de cravação de estacas ou furações na proximidade de zonas habitadas, no entanto serão, no mínimo, efetuadas campanhas de monitorização trimestrais. Durante a execução destas atividades mais críticas, caso seja necessário proceder-se-á a uma monitorização será realizada em contínuo, deverá ocorrer se os valores medidos se aproximarem dos limites de incomodidade estabelecidos pelo LNEC. Note-se que este critério é mais rigoroso do que o usado para danos em edifícios.

3.2.4 Técnicas e Métodos de Análise

Para esta fase, propõe-se uma monitorização direta, por amostragem no espaço e discreta no tempo.

Os dados que resultam de leituras diretas "in situ", não requerem métodos específicos de tratamento, existindo no entanto a possibilidade de o fazer caso se verifique ser necessário dado que durante todas as medições será efetuada a gravação de todos os dados com a definição temporal que se pretender. As medições deverão ser efetuadas tendo em conta a normalização portuguesa aplicável que neste caso serão os Critérios dos Valores admissíveis de velocidade de vibração do LNEC para incomodidade e danos em edifícios.

Os meios necessários à realização do programa de Monitorização são um acelerómetro triaxial e analisador espectral calibrados em laboratório adequado e efetuados por equipa com larga experiência na medição de vibrações.

3.2.5 Critérios de Análise

Os critérios 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

Foi escolhido 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 4 – Valores limites de conforto para o valor eficaz da velocidade de vibração, v ; locais sensíveis, em casa ou no escritório

v_{rms} (mm / s)	v_{rms} , (dBv)	Sensação
$v_{rms} \leq 0,11$	$V \leq 67$	Nenhuma
$0,11 < v_{rms} \leq 0,3$	$67 \rightarrow 75$	Perceptível, suportável para curta duração
$0,3 < v_{rms} \leq 1,1$	$75 \rightarrow 87$	Evidente, afectando as condições de trabalho
$v_{rms} > 1,1$	$V > 87$	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 5 – 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 6 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, $|V_{max}|$; base da edificação (mm/s)

tipo de solo tipo de construção\	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. Será ainda avaliado 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 7 apresenta resumidamente o referido critério.

Quadro 7 – Limites do valor máximo do módulo da velocidade de vibração, $|V_{max}|$; base da edificação- NP2074:2015 (mm/s)

Tipo de estruturas	Frequência dominante, f em HZ		
	$f \leq 10$ HZ	$10\text{Hz} < f \leq 40$ 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



3.2.6 Relatórios de Monitorização

Os relatórios deverão ser entregues até um mês após a realização das campanhas de monitorização e o programa deverá ser revisto em função dos resultados obtidos em cada campanha

3.2.7 Tipo de Medidas de Gestão Ambiental a Adotar na Sequência dos Resultados dos Programas de Monitorização

Em função dos resultados obtidos poderão ser equacionadas medidas de minimização a definir posteriormente.



DESENHO

Pontos de Monitorização do Ruído e Vibrações