

RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO

RM_VIB_20200304_PA_LEEGCSFA

MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES

LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO –
ALANDROAL

CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

MARÇO/ABRIL DE 2020



MONITAR
engenharia do ambiente

RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO

RM_VIB_20200304_PA_LEEGCSFA

MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES

LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL

CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

MARÇO/ABRIL DE 2020

DESIGNAÇÃO DO PROJETO	N.º PROCESSO AIA
LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL	2966

VERIFICADO POR
(MOTA-ENGIL, ENGENHARIA
E CONSTRUÇÃO, S.A.):

VALIDADO POR
(FISCALIZAÇÃO AMBIENTE):

APROVADO POR
(DONO DE OBRA):



FICHA TÉCNICA DO RELATÓRIO

AUTOR DO RELATÓRIO	MONITAR, LDA RUA DR. NASCIMENTO FERREIRA URBANIZAÇÃO VALRIO, LOTE6, R/C B/C 3510-431 VISEU
IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE	MOTA-ENGIL, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO, S.A. RUA DO REGO LAMEIRO, N.º 38 4300 – 454 PORTO
TÍTULO DO RELATÓRIO	MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA MARÇO DE 2020
N.º DO RELATÓRIO	RM_VIB_20200304_PA_LEEGCSFA
Edição/Revisão	Edição 01 / Revisão 01
NATUREZA DAS REVISÕES	- ALTERAÇÕES NO SUBPONTO 3.1, INCLUINDO MODIFICAÇÕES NA “TABELA 2 – DATAS DAS CAMPANHAS DE MONITORIZAÇÃO DO FATOR AMBIENTAL VIBRAÇÕES”. - ALTERAÇÕES NO SUBPONTO 3.2, INCLUINDO A ADIÇÃO DA “TABELA 4 – EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS”. - ALTERAÇÕES NO SUBPONTO 4.1, COM A ADIÇÃO DOS LIMITES DE DETEÇÃO UTILIZADOS. - ALTERAÇÕES NO SUBPONTO 4.2, INCLUINDO MODIFICAÇÕES NA “TABELA 6 – RESULTADOS OBTIDOS PARA O FATOR AMBIENTAL VIBRAÇÕES”. - ALTERAÇÕES NO SUBPONTO 5.1, COM A ADIÇÃO DA REFERÊNCIA AOS LIMITES DE DETEÇÃO UTILIZADOS.
EDIÇÕES / REVISÕES ANTERIORES	Edição 01 / Revisão 00
ÂMBITO DO RELATÓRIO	VIBRAÇÕES – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA
DATA DA MONITORIZAÇÃO	04 E 05 DE MARÇO DE 2020 02 DE ABRIL DE 2020
ASSINATURA	
DATA DE PUBLICAÇÃO DO RELATÓRIO	ABRIL DE 2020

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	Âmbito e Objetivos da Monitorização.....	5
1.2	Descrição do projeto e área de Estudo	5
1.3	Enquadramento legal	7
1.4	Estrutura do Relatório	8
1.5	Autoria técnica do relatório	8
2	ANTECEDENTES	9
2.1	Considerações gerais e referências documentais	9
2.2	Medidas de minimização.....	10
2.3	Reclamações	10
3	DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES	11
3.1	Frequência e locais de Amostragem	11
3.2	Parâmetros, técnicas, métodos e equipamentos necessários	14
3.3	Critérios de avaliação dos dados	14
3.4	Relação das atividades construtivas ou fatores exógenos com os locais de monitorização	15
4	RESULTADOS OBTIDOS	16
4.1	Caracterização de eventos	16
4.2	Resultados das medições	16
4.3	Avaliação da eficácia das medidas adotadas	17
4.4	Avaliação da eficácia dos métodos de amostragem	17
5	CONCLUSÕES.....	18
5.1	Considerações gerais.....	18
5.2	Medidas de minimização de impactes ambientais a implementar em obra	18
5.3	Proposta de revisão do programa de monitorização	18
6	ANEXOS.....	19
6.1	Anexo I: Relatório de Ensaio.....	I
6.2	Anexo II: Certificados de calibração de equipamentos de medição (Monitar).....	II
6.3	Anexo III: Certificados de calibração de equipamentos de medição (Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.)	III

1 INTRODUÇÃO

1.1 ÂMBITO E OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO

O presente documento constitui o Relatório de Monitorização (RM) relativo à monitorização do fator ambiental Vibrações realizado no âmbito da caracterização da situação de referência da “Nova Ligação Ferroviária entre Évora e Elvas/Caia”, especificamente ao subtroço Freixo – Alandroal, localizado entre o pK 146+500 e o pK 167+000, dando cumprimento ao Programa de Monitorização (PM) da Empreitada, elaborado em conformidade com o PM (TOMO 17.5), Versão 02 de 30-03-2018, constante na Declaração de Impacte Ambiental (DIA) da “Nova Ligação Ferroviária entre Évora e Elvas/Caia”, emitida a 02 de março de 2018, com decisão favorável condicionada, no seguimento do procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) n.º 2966.

A monitorização realizada teve como objetivo caracterizar a situação de referência do fator ambiental Vibrações, de modo a permitir que no futuro (fases de construção e de exploração) se avalie a influência de eventuais impactes nas Vibrações, associados aos trabalhos inerentes ao Projeto.

1.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO E ÁREA DE ESTUDO

O projeto da “Nova Ligação Ferroviária entre Évora Norte e Elvas/Caia”, no qual se insere a presente empreitada (Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo – Alandroal) é composto por uma linha eletrificada, com sinalização eletrónica e destinada a comboios de passageiros e de mercadorias sendo que, para o caso específico de comboios de mercadorias, a linha está preparada para comboios com uma extensão máxima de 750 m uma carga máxima de 1400 ton quando se utiliza apenas uma locomotiva.

A “Nova Ligação Ferroviária entre Évora Norte e Elvas/Caia” é constituída pelas seguintes linhas ferroviárias:

- Linha de Évora, entre o pK 126+000 da atual Linha de Évora (a norte de Évora) e o pK 204+134 (ligando à atual Linha do Leste na direção de Espanha), numa extensão total de cerca de 78,1 km;
- Linha do Caia, com início ao pK 0+000, coincidindo com o pK 200+517 da Linha de Évora e o pK 4+700, junto à fronteira com Espanha, numa extensão total de cerca de 4,7 km;
- Concordância de Elvas, com o objetivo de ligar a Linha de Évora à Linha do Leste na direção de Elvas, com uma extensão total de cerca de 1,2 km.

A infraestrutura será dividida em 2 fases principais, sendo que a 1ª fase consistirá na construção da infraestrutura da via até à camada do sub-balastro, sistemas de drenagem, obras de arte, obras acessórias, restabelecimentos rodoviários, construção civil associada à sinalização e catenária, assim como edifícios técnicos, sendo que a 2ª fase consistirá na instalação da infraestrutura para via única, instalações fixas de tração elétrica e dos sistemas de sinalização e telecomunicações.

A construção da infraestrutura será realizada através do lançamento da empreitada por lotes, tendo sido definidos 3 lotes com a seguinte segmentação:

- Linha de Évora – Subtroço Évora Norte – Freixo, entre o pK 126+000 e o pK 146+500, correspondente à Empreitada Geral de Construção Civil, incluindo as especialidades acima referidas – Troço A;
- Linha de Évora – Subtroço Freixo - Alandroal, entre o pK 146+500 e o pK 167+000, correspondente à Empreitada Geral de Construção Civil, incluindo as especialidades acima referidas – Troço B;
- Linha de Évora – Subtroço Alandroal – Linha do Leste, entre o pK 167+00 e o pK 204+266, correspondente à Empreitada Geral de Construção Civil, incluindo as especialidades acima referidas. Este Subtroço inclui a Concordância de Elvas e o Edifício Técnico 04 localizado na Linha do Leste – Troço C;
- Linhas de Évora e Leste – Empreitada de Via e Catenária entre Évora e Elvas.

Na Figura 1 é possível visualizar, através de vista aérea, o Projeto da “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo – Alandroal”.

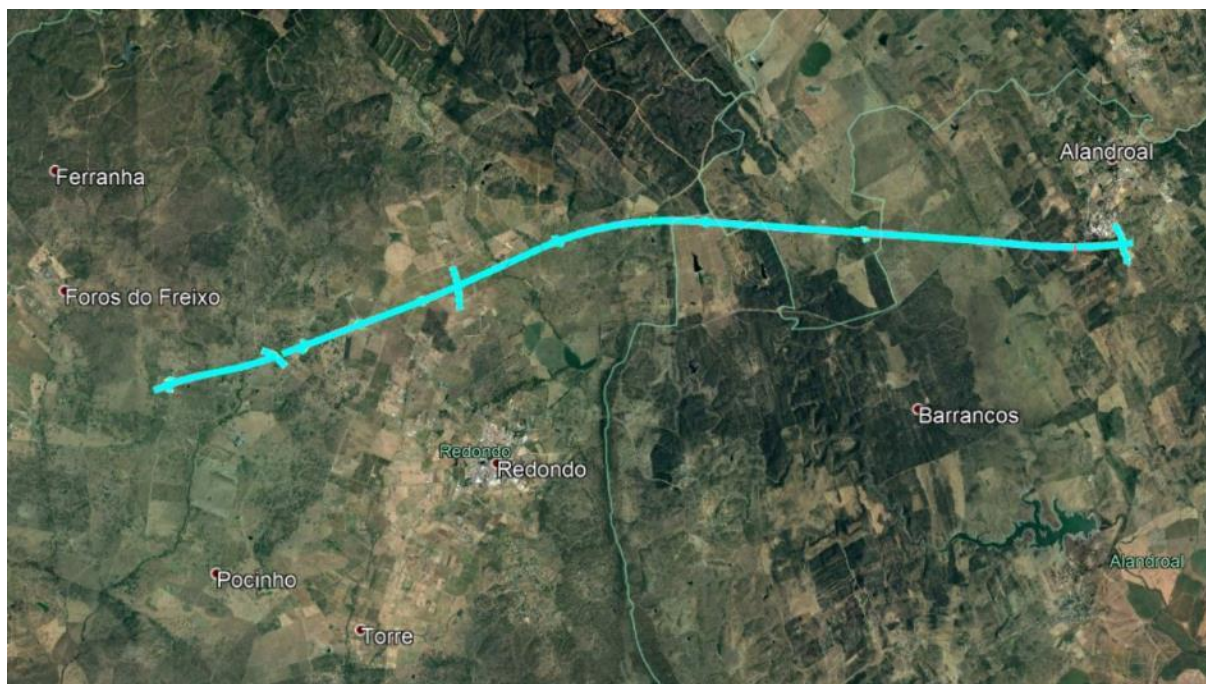


Figura 1 – Vista aérea da localização do Projeto da “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo – Alandroal”.

1.3 ENQUADRAMENTO LEGAL

A elaboração do presente relatório dá cumprimento ao Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de Outubro, correspondente ao regime jurídico de AIA, alterado pelo Decreto-Lei n.º 74/2014, de 24 de Março (1ª alteração), pelo Decreto-Lei n.º 179/2015, de 27 de Agosto (2ª alteração), pela Lei n.º 37/2017, de 2 de junho (3ª alteração) e alterado (4ª alteração) e republicado pelo Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de Dezembro, nomeadamente o previsto no n.º 3 do artigo 26.º, onde é referido que a monitorização, da responsabilidade do proponente, é efetuada nos termos constantes da DIA ou na decisão sobre a conformidade ambiental do projeto de execução, ou, na falta destes, de acordo com os elementos referidos no n.º 1 do artigo 16.º ou no n.º 8 do artigo 20.º. Compete ainda ao proponente remeter à autoridade de AIA os respetivos relatórios ou outros documentos que retratem a evolução do projeto ou eventuais alterações do mesmo.

No presente relatório, foi considerada a Norma Portuguesa 2074 de 2015 - Avaliação da influência de vibrações impulsivas em estruturas quer no que diz respeito à metodologia de medição quer no que diz respeito aos valores limites.

1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente RM encontra-se estruturado de acordo com as notas técnicas constantes no Anexo V da Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro.

1.5 AUTORIA TÉCNICA DO RELATÓRIO

O presente relatório foi elaborado pela empresa Monitar, Lda. A descrição da equipa técnica responsável pela realização da campanha é apresentada Tabela 1.

Tabela 1 – Equipa técnica responsável.

NOME	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL	FUNÇÃO
Paulo de Pinho	Licenciado em Engenharia do Ambiente Mestre em Poluição Atmosférica Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente	Coordenação Geral
João Martinho	Licenciado em Engenharia do Ambiente Mestre em Tecnologias Ambientais	
Daniel Gonçalves	Licenciado em Engenharia do Ambiente Mestre em Tecnologias Ambientais	Coordenação de campo e realização da campanha de monitorização
MONITARLAB	Laboratório responsável pela realização dos ensaios de medição de vibrações impulsivas	

2 ANTECEDENTES

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS E REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS

Como antecedentes importa referir que a RAVE, S.A., enquanto empresa responsável pelo desenvolvimento do projeto de Alta Velocidade Ferroviária em Portugal, em 2007/2008, promoveu os Estudos Prévios (EP) e respetivos Estudos de Impacte Ambiental (EIA) dos Lotes 3C, entre Évora e Elvas, e LTF, entre Elvas e Caia (fronteira), da Ligação Ferroviária de Alta Velocidade do Eixo Lisboa-Madrid. Os corredores aprovados, para os referidos lotes, nos respetivos processos de AIA serviram de base ao desenvolvimento do Projeto da “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo – Alandroal”.

No desenvolvimento dos processos anteriores, que decorreram em fase de Estudo Prévio, foi realizada uma avaliação ambiental de corredores alternativos, entre pontos de amarração previamente definidos, designadamente, a Linha de Évora (km 126+000) e ponto de entrega na zona da fronteira com Espanha no Caia, no ponto de ligação com o corredor de Alta Velocidade Espanhol.

Os EP e respetivos EIA foram submetidos a processo de AIA que culminou com a seleção de um corredor e a emissão das DIA Favoráveis Condicionadas, emitidas, respetivamente, em 16 de maio de 2008 e em 27 de maio de 2008, indicando os corredores selecionados. Estas DIA caducaram a 16 e a 27 de maio de 2016, respetivamente.

Embora as DIA tenham caducado, a empresa RAVE, S.A., considerou que a avaliação e comparação de corredores, objeto dos processos de AIA anteriores, correspondiam a uma etapa válida e já concretizada, acumulando muito conhecimento sobre o território atravessado, tendo-se, por isso, considerado iniciar um novo processo de AIA, agora em fase de Projeto de Execução desenvolvendo o projeto no corredor ambientalmente aprovado no âmbito da Ligação Ferroviária de Alta Velocidade do Eixo Lisboa/Madrid - Lotes 3C Évora/Elvas e LTF Elvas/Caia.

Deste modo, o Projeto de Execução da Nova Ligação Ferroviária entre Évora Norte e Elvas/Caia (fronteira com Espanha) inserida no Corredor Sul (Processo AIA 2966), no qual se insere a empreitada em questão da “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo - Alandroal”, teve o respetivo início do procedimento de AIA a 31 de maio de 2017, com entrega do respetivo EIA e posteriormente dos respetivos aditamentos solicitados. O EIA foi declarado como conforme a 26 de setembro de 2017. Após a execução do processo normal de AIA e respetiva consulta pública, e após a publicação do Despacho n.º 1025-B/2018, a 26 de janeiro de 2018, que reconheceu o interesse

público do Projeto “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo - Alandroal”, foi emitido a respetiva DIA a 02 de março de 2018 com o atual Parecer de Favorável Condicionada.

A Fase 1 da empreitada do Subtroço Freixo – Alandroal, foi objeto de concurso publico e adjudicada à empresa Mota-Engil, Engenharia e Construção, SA.

Por forma a acompanhar os efeitos no ambiente das atividades construtivas da empreitada, foi elaborado um PM da Empreitada (Edição 1 de 24/09/2019, aprovado a 28/11/2019), elaborado em conformidade com o Programa Geral de Monitorização (TOMO 17.5), Versão 02 de 30-03-2018.

O presente RM refere-se à caracterização da situação de referência do fator ambiental Vibrações, dando cumprimento ao referido PM.

2.2 MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

Estão preconizadas na DIA as medidas de minimização a implementar, por forma a minimizar o impacte nas Vibrações.

2.3 RECLAMAÇÕES

Não aplicável na presente campanha de monitorização.

3 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES

A frequência de amostragem, os parâmetros e locais de monitorização, métodos e critérios de avaliação de dados, são seguidamente descritos, tendo por base o definido no PM.

3.1 FREQUÊNCIA E LOCAIS DE AMOSTRAGEM

A presente campanha refere-se à campanha da caracterização da situação de referência e as datas da realização da presente campanha de monitorização encontram-se descritas na Tabela 2. É de referir que o local de medição designado por V1 não foi, inicialmente, alvo de caracterização da situação de referência devido ao facto de o proprietário não ter autorizado o acesso à propriedade, sendo que, deste modo, o mesmo não faz parte do Relatório de Ensaio (ver Anexo I: Relatório de Ensaio). A respetiva autorização foi obtida posteriormente, ficando a caracterização de situação de referência do referido local de medição a cargo da Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A..

Tabela 2 – Datas das campanhas de monitorização do fator ambiental Vibrações.

FATOR AMBIENTAL	LOCAL DE MEDIÇÃO	DATAS DE AMOSTRAGEM	PERÍODO DE AMOSTRAGEM
Vibrações (situação de referência)	V1*	02 de abril de 2020	09:26 / 09:47
	V2	04 de março de 2020	14:38 / 15:02
	V3	04 de março de 2020	15:57 / 16:07
	V4	04 de março de 2020	18:10 / 18:30
	V5	04 de março de 2020	17:10 / 17:30
	V6	05 de março de 2020	12:15 / 12:35
	V7	05 de março de 2020	09:15 / 09:25
	V8	05 de março de 2020	12:50 / 13:00
	V9	05 de março de 2020	12:00 / 12:10
*A caracterização da situação de referência no local V1 não consta no Anexo I: Relatório de Ensaio.			

Foram monitorizados nove locais de medição, por forma a caracterizar os recetores sensíveis potencialmente mais expostos às Vibrações associadas ao Projeto, tendo sido a seleção dos mesmos efetuada de acordo com o definido no PM.

Os locais de amostragem monitorizados encontram-se identificados na Tabela 3, Figura 2 e representados na Carta n.º 1 do Anexo I: Relatório de Ensaio.

Tabela 3 – Locais de amostragem para monitorização do fator ambiental Vibrações.

LOCAL DE MEDIÇÃO	FREGUESIA/CONCELHO	COORDENADAS (ETRS89/ PT-TM06)	TIPO DE ESTRUTURA	DISTÂNCIA APROXIMADA AO PROJETO (M)	POSIÇÃO DO RECETOR RELATIVAMENTE AO PROJETO	PK ASSOCIADO AO PROJETO
V1	Redondo/Redondo	M: 45735 P: -111571	Corrente	240	Su-sudeste	148+250
V2		M: 48000 P: -110677	Corrente	110	Sudeste	150+600
V3	Terena (São Pedro)/Alandroal	M: 55145 P: -108567	Corrente	210	Sul	158+300
V4	Bencatel/Vila Viçosa	M: 57640 P: -108273	Corrente	190	Norte	160+750
V5	União das freguesias do Alandroal (Nossa Senhora da Conceição), São Brás dos Matos (Mina do Bugalho) e Juromenha (Nossa Senhora do Loreto)/Alandroal	M: 62647 P: -108646	Corrente	140	Norte	165+750
V6		M: 63477 P: -108306	Corrente	420	Norte	166+600
V7		M: 62756 P: -108992	Corrente	210	Sul	165+800
V8		M: 62913 P: -108979	Corrente	200	Sul	166+100
V9		M: 63189 P: -108550	Corrente	200	Norte	166+200/166+350



Local de medição V1



Local de medição V2



Local de medição V3



Local de medição V4



Local de medição V5



Local de medição V6



Local de medição V7



Local de medição V8



Local de medição V9

Figura 2 – Registo fotográfico dos locais monitorizados.

3.2 PARÂMETROS, TÉCNICAS, MÉTODOS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

A monitorização dos locais V2 a V9 foi efetuada pelo laboratório MonitarLAB (a monitorização do local V1 foi efetuada pela Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.) e a descrição dos ensaios realizados é apresentada no respetivo Relatório de Ensaio (ver Anexo I: Relatório de Ensaio). Os certificados de calibração dos diferentes equipamentos de medição utilizados para a caracterização da situação de referência são apresentados em anexo (ver Anexo II: Certificados de calibração de equipamentos de medição (Monitar) e Anexo III: Certificados de calibração de equipamentos de medição (Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.)), sendo que, na Tabela 4 é possível visualizar algumas características associadas aos equipamentos de medição utilizados, assim como os locais de medição onde foram utilizados.

Tabela 4 – Equipamentos de medição utilizados.

SISMÓGRAFOS		
Marca/Modelo/N.º de série	GeoSonics Inc. / SSU3000EZ+/8821	Instantel/Minimate Blaster/BE18108
Certificado de calibração	N.º CACV539/19	N.º CACV209/20
Data de calibração	20/05/2019	13/02/2020
Limite de deteção (LD) utilizado (mm/s)	0,19	0,40
Locais de medição	V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 e V9	V1

3.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS

A Norma Portuguesa 2074:2015 define os valores para a velocidade de vibração (de pico) a não exceder em função das frequências dominantes registadas, f , e do tipo de estrutura, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 – Valores limite recomendados para a velocidade de vibração (de pico), em mm/s.

TIPO DE ESTRUTURAS	FREQUÊNCIA DOMINANTE - f		
	$f \leq 10$ 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

De acordo com a Norma Portuguesa 2074:2015, a classificação das estruturas deve ser efetuada de modo conservador, mediante a análise de diversos fatores, designadamente: o estado de conservação, a respetiva esbelteza e o seu valor patrimonial.

3.4 RELAÇÃO DAS ATIVIDADES CONSTRUTIVAS OU FATORES EXÓGENOS COM OS LOCAIS DE MONITORIZAÇÃO

Relativamente a fatores exógenos, verifica-se que os locais de medição localizam-se numa zona maioritariamente rural com uma reduzida ocupação humana, não existindo grandes focos de pressão de atividades humanas. Junto dos locais V2, V3 e V4 a fonte passível de ser causadora de vibrações está associada a atividades agrícolas, sendo que no local V6 a fonte passível de vibrações está associada ao tráfego rodoviário a circular na EN255 e no local V9 à indústria Dat-Schaub. Nos locais designados por V1, V5, V7 e V8 não é perceptível qualquer fonte causadora de vibrações.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DE EVENTOS

Com vista à caracterização da situação de referência do fator ambiental Vibrações, foi realizado um registo em contínuo, nos dias 4 e 5 de março de 2020 e no dia 2 de abril de 2020, em todos os locais referidos, com intervalos de tempo variável (ver Tabela 2). Os LD foram também variáveis, sendo que no local V1 foi usado um LD de 0,40 mm/s e nos locais de V2 a V9 foi utilizado um limite de deteção de 0,19 mm/s (Tabela 6).

4.2 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

De acordo com a Tabela 6, verifica-se que durante os períodos de medição associados a cada um dos locais de medição, não se registou qualquer evento superior ao respetivo LD atribuído, sendo que deste modo não é possível tirar qualquer ilação quanto às diferentes frequências dominantes e, por conseguinte, quanto ao valor limite em termos de velocidade de vibração.

Devido ao facto de não se ter registado nenhum evento superior ao valor limite de deteção (0,40 mm/s para o local V1 e 0,19 mm/s para os locais de V2 a V9), conclui-se que, possíveis eventos que possam ter sido gerados nos diferente locais de medição, cumpriram o valor limite mínimo estabelecido na Norma Portuguesa 2074 de 2015 (3,0 mm/s quando a frequência dominante é inferior ou igual a 10Hz) para construções correntes, cumprindo também o valor limite mínimo absoluto estabelecido na referida norma, ou seja, 1,5 mm/s quando a frequência dominante é inferior ou igual a 10Hz para o caso de construções sensíveis.

Tabela 6 – Resultados obtidos para o fator ambiental Vibrações.

LOCAL DE MEDIÇÃO	LD (mm/s)	RESULTADO OBTIDO	NUMERAÇÃO DE EVENTOS SÍSMICOS	NUMERAÇÃO TOTAL DE EVENTOS	PRINCIPAL FONTE PASSÍVEL DE CAUSAR VIBRAÇÃO	CONTAGEM DE VEÍCULOS LIGEIOS	CONTAGEM DE VEÍCULOS PESADOS
V1	0,40	<LD	--	--	--*	--	--
V2	0,19	<LD	--	--	Atividades agrícolas	--	--
V3	0,19	<LD	--	--	Atividades agrícolas	--	--
V4	0,19	<LD	--	--	Atividades agrícolas	--	--
V5	0,19	<LD	--	--	--*	--	--
V6	0,19	<LD	--	--	Tráfego rodoviário a circular na EN255	25	1
V7	0,19	<LD	--	--	--*	--	--
V8	0,19	<LD	--	--	--*	--	--
V9	0,19	<LD	--	--	Indústria Dat-Schaub	--	--
* Nos locais V1, V5, V7 e V8 não se verificou, à data das medições, nenhuma fonte passível de causar vibração.							
LD – Limite de deteção							

4.3 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS ADOTADAS

Uma vez que a presente campanha se refere à caracterização da situação de referência, não é efetuada uma avaliação da eficácia das medidas, sendo que na fase de construção devem ser tomadas as medidas constantes na DIA para a minimização do impacte ao nível do fator ambiental Vibrações associado às atividades construtivas.

4.4 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Os métodos de amostragem utilizados e descritos no PM em vigor são os adequados.

5 CONCLUSÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente RM refere-se à campanha de caracterização da situação de referência do fator ambiental Vibrações, realizada nos meses de março e abril de 2020 e efetuada no âmbito do cumprimento do PM da “Nova Ligação Ferroviária entre Évora Norte e Elvas/Caia”, especificamente em relação ao subtroço Freixo – Alandroal, localizado entre o pK 146+500 e o pK 167+000.

De acordo com os resultados obtidos na presente campanha é possível concluir que não se registaram eventos sísmicos de velocidade superior a 0,40 mm/s (LD) no local V1, nem eventos sísmicos de velocidade superior a 0,19 mm/s (LD) nos locais V2 a V9.

Os resultados obtidos na presente campanha de monitorização servirão também de análise comparativa com os resultados a obter nas campanhas de monitorização previstas para a fase de construção.

5.2 MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO DE IMPACTES AMBIENTAIS A IMPLEMENTAR EM OBRA

Não aplicável na presente campanha de monitorização.

5.3 PROPOSTA DE REVISÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

Não aplicável na presente campanha de monitorização.

6 ANEXOS

- Anexo I: Relatório de Ensaio
- Anexo II: Certificados de calibração de equipamentos de medição (Monitar)
- Anexo III: Certificados de calibração de equipamentos de medição (Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.)

6.1 ANEXO I: RELATÓRIO DE ENSAIO

RELATÓRIO DE ENSAIO

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

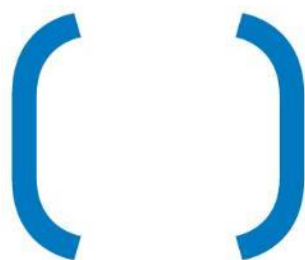


MONITAR
engenharia do ambiente

RELATÓRIO DE ENSAIO

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

MEDIÇÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULSIVAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA “LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL”



MONITAR
engenharia do ambiente

FICHA TÉCNICA DO RELATÓRIO DE ENSAIO

AUTOR DO RELATÓRIO	MONITARLAB
	MONITAR, LDA
	RUA DR. NASCIMENTO FERREIRA, URBANIZAÇÃO VALRIO
	LOTE 6, R/C, LOJAS B/C 3510-431 VISEU, PORTUGAL
IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE	MOTA-ENGIL, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO, S.A.
	RUA DO REGO LAMEIRO, N.º 38
	4300 – 454 PORTO
TÍTULO DO RELATÓRIO	MEDICÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULSIVAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA "LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL"
N.º DO RELATÓRIO	01/04 – 03/20 – 02
EDIÇÃO/REVISÃO	ED01/REV00
NATUREZA DAS REVISÕES	--
ÂMBITO DO RELATÓRIO	CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA
N.º DA PROPOSTA	01/04 – 03/20
LOCAIS DE MEDIÇÃO	V1 E V2 – FREGUESIA DE REDONDO, CONCELHO DE REDONDO, DISTRITO DE ÉVORA
	V3 – FREGUESIA DE TERENA (SÃO PEDRO), CONCELHO DO ALANDROAL, DISTRITO DE ÉVORA
	V4 – FREGUESIA DE BENCATEL, CONCELHO DE VILA VIÇOSA, DISTRITO DE ÉVORA
	V5, V6, V7, V8 E V9 – UNIÃO DAS FREGUESIAS DO ALANDROAL (NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO), SÃO BRÁS DOS MATOS (MINA DO BUGALHO) E JUROMENHA (NOSSA SENHORA DO LORETO), CONCELHO DO ALANDROAL, DISTRITO DE ÉVORA
DATA DE REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES	04 E 05 DE MARÇO DE 2020
DIRETOR TÉCNICO	
TÉCNICO OPERACIONAL	
DATA DE PUBLICAÇÃO DO RELATÓRIO	31 DE MARÇO DE 2020

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	5
METODOLOGIA DE MEDIÇÃO	5
EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO	6
LOCAIS DE MEDIÇÃO.....	7
RESULTADOS	10
ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	11
ANEXOS	12
CARTA N.º 1 – LOCAIS DE MEDIÇÃO	13
CÓPIA DO CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SISMÓGRAFO	18

INTRODUÇÃO

O presente Relatório de Ensaio é relativo à medição de vibrações realizada nos dias 04 e 05 de março de 2020, no âmbito da caracterização da situação de referência da “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo – Alandroal”.

Foram avaliados 9 locais, definidos no Caderno de Encargos do Projeto, localizados na freguesia de Redondo, concelho de Redondo (locais designados por V1 e V2), freguesia de Terena (São Pedro), concelho do Alandroal (local designado por V3), freguesia de Bencatel, concelho de Vila Viçosa (local designado por V4) e na união das freguesias do Alandroal (Nossa Senhora da Conceição), São Brás dos Matos (Mina do Bugalho) e Juromenha (Nossa Senhora do Loreto), concelho do Alandroal (locais designados por V5, V6, V7, V8 e V9), por forma a caracterizar os recetores sensíveis potencialmente mais expostos às vibrações associadas ao Projeto.

METODOLOGIA DE MEDIÇÃO

- Norma Portuguesa 2074 de 2015 - Avaliação da influência de vibrações impulsivas em estruturas.

Observações:

A Norma Portuguesa 2074:2015 estabelece uma técnica de medição e fixa um critério de limitação dos valores das grandezas físicas características das vibrações impulsivas e de ocorrências limitadas, com o objetivo de evitar a ocorrência de danos estruturais (com origem neste tipo de solicitações dinâmicas). Esta norma aplica-se a vibrações provocadas em construções destinadas a habitação, industriais e serviços, bem como a escolas, hospitais e similares, igrejas ou monumentos que exijam cuidados especiais e a outras infraestruturas, quando sujeitas a vibrações originadas por solicitações impulsivas.

Está excluído do âmbito de aplicação da presente Norma a avaliação da incomodidade para o Ser Humano, no pressuposto de que, dado o carácter de exceção da ocorrência das vibrações abrangidas por esta Norma e os valores limite fixados, estas serão incómodas, mas suportáveis, na condição de ocorrerem entre as 7h e as 20h.

De acordo com a Norma Portuguesa 2074:2015 o transdutor deve ser fixado ao elemento da estrutura ou edifício, solidário com a fundação de acordo com o estabelecido na Norma ISO 5348, com um dos eixos numa direção horizontal e se possível dirigido para a origem da solicitação (L), e outro eixo na vertical (V). Deve obter-se um registo temporal das três componentes de velocidade da vibração que permite determinar o valor máximo a partir da seguinte expressão (em mm/s):

$$V_{m\acute{a}x} = \max \left| \sqrt{v_L^2(t) + v_V^2(t) + v_T^2(t)} \right|$$

em que, $v_L^2(t)$, $v_V^2(t)$, $v_T^2(t)$ são os valores das componentes da velocidade de vibração em função do tempo e $V_{m\acute{a}x}$ é o valor máximo da velocidade que caracterizará a vibração.

A Norma Portuguesa 2074:2015 define os valores para a velocidade de vibração (de pico) a não exceder em função das frequências dominantes registadas, f , e do tipo de estrutura, de acordo com a tabela seguinte.

Tabela 1 - Valores limite recomendados para a velocidade de vibração (de pico), em mm/s.

TIPO DE ESTRUTURAS	FREQUÊNCIA DOMINANTE – f		
	f ≤ 10 Hz	10 Hz < 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

Onde a classificação das estruturas deve ser efetuada de modo conservador, mediante a análise de diversos fatores, designadamente: o estado de conservação, a respetiva esbelteza e o seu valor patrimonial.

EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO

SISMÓGRAFO	
Marca/Modelo/N.º de Série	GeoSonics Inc./ SSU3000EZ+/8821
Certificado de Calibração	N.º CACV539/19
Data de Calibração	20/05/2019
Observações: A cópia do certificado de calibração é apresentada em anexo (ver Cópia do certificado de calibração do sismógrafo).	

RELATÓRIO DE ENSAIO

MEDICÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULVIAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA "LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL"

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

PÁGINA 7 DE 22

LOCAIS DE MEDIÇÃO

LOCAL DE MEDIÇÃO	FREGUESIA	COORDENADAS (ETRS89/ PT-TM06)	TIPO DE ESTRUTURA	DISTÂNCIA APROXIMADA AO PROJETO (M)	POSIÇÃO DO RECETOR RELATIVAMENTE AO PROJETO
V1	Redondo	M: 45735 P: -111571	Corrente	240	Su-sudeste
V2		M: 48000 P: -110677	Corrente	110	Sudeste
V3	Terena (São Pedro)	M: 55145 P: -108567	Corrente	210	Sul
V4	Bencatel	M: 57640 P: -108273	Corrente	190	Norte
V5	União das freguesias do Alandroal (Nossa Senhora da Conceição), São Brás dos Matos (Mina do Bugalho) e Juromenha (Nossa Senhora do Loreto)	M: 62647 P: -108646	Corrente	140	Norte
V6		M: 63477 P: -108306	Corrente	420	Norte
V7		M: 62756 P: -108992	Corrente	210	Sul
V8		M: 62913 P: -108979	Corrente	200	Sul
V9		M: 63189 P: -108550	Corrente	200	Norte
Nota: Os locais de medição encontram-se representados em anexo (ver Carta n.º 1 – Locais de medição).					

O presente Documento não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem autorização da Monitor, Lda.

REGISTO FOTOGRÁFICO



Local de medição V2



Local de medição V3



Local de medição V4



Local de medição V5

REGISTO FOTOGRÁFICO



Local de medição V6



Local de medição V7



Local de medição V8



Local de medição V9

RELATÓRIO DE ENSAIO

MEDICÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULVIAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA "LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROCÇO FREIXO – ALANDROAL"

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

PÁGINA 10 DE 22

RESULTADOS

LOCAL DE MEDIÇÃO	VALOR LIMITE DE DETECÇÃO (MM/s)	DIA DE MEDIÇÃO (DD/MM/AAAA)	HORÁRIO DE MEDIÇÃO (HH:MM / HH:MM)
V1	--*	--*	--*
V2	0,19	04/03/2020	14:38 / 15:02
V3	0,19	04/03/2020	15:57 / 16:07
V4	0,19	04/03/2020	18:10 / 18:30
V5	0,19	04/03/2020	17:10 / 17:30
V6	0,19	05/03/2020	12:15 / 12:35
V7	0,19	05/03/2020	09:15 / 09:25
V8	0,19	05/03/2020	12:50 / 13:00
V9	0,19	05/03/2020	12:00 / 12:10

Nota: Os períodos de medição foram variáveis de local para local com variações de 10 minutos a 25 minutos de medição.
* O local V1 não foi alvo de caracterização da situação de referência devido ao facto de o proprietário não ter autorizado o acesso à propriedade.

REGISTO DE EVENTOS					
LOCAL DE MEDIÇÃO	NUMERAÇÃO DE EVENTOS SÍSMICOS	NÚMERO TOTAL DE EVENTOS	PRINCIPAL FONTE PASSÍVEL DE CAUSAR VIBRAÇÃO	CONTAGEM DE VEÍCULOS LIGEIROS	CONTAGEM DE VEÍCULOS PESADOS
V2	--	--	Atividades agrícolas	--	--
V3	--	--	Atividades agrícolas	--	--
V4	--	--	Atividades agrícolas	--	--
V5	--	--	--*	--	--
V6	--	--	Tráfego rodoviário a circular na EN255	25	1
V7	--	--	--*	--	--
V8	--	--	--*	--	--
V9	--	--	Indústria Dat-Schaub	--	--

* Nos locais V5, V7 e V8 não se verificou, à data das medições, nenhuma fonte passível de causar vibração.

O presente Documento não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem autorização da Monitor, Lda.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo a NP 2074 de 2015, considera-se que a tipologia dos locais avaliados se insere na classificação de construções correntes.

Por forma a caracterizar a situação de referência, em termos de vibrações, na envolvente do Projeto, foi realizado um registo em contínuo, com diferentes intervalos de tempo, em cada um dos locais de medição.

Durante os períodos de medição associados a cada um dos locais de medição, não se registou qualquer evento superior ao limite de deteção atribuído (0,19 mm/s), sendo que deste modo não é possível tirar qualquer ilação quanto às diferentes frequências dominantes e, por conseguinte, quanto ao valor limite em termos de velocidade de vibração.

Devido ao facto de não se ter registado nenhum evento superior ao valor limite de deteção (0,19 mm/s), conclui-se que, possíveis eventos que possam ter sido gerados nos diferentes locais de medição, cumpriram o valor limite mínimo estabelecido na Norma Portuguesa 2074 de 2015 (3,0 mm/s quando a frequência dominante é inferior ou igual a 10Hz) para construções correntes, cumprindo também o valor limite mínimo absoluto estabelecido na referida norma, ou seja, 1,5 mm/s quando a frequência dominante é inferior ou igual a 10Hz para o caso de construções sensíveis. Deste modo, é possível concluir que os eventos que possam ter sido gerados, não são suscetíveis de causar fendilhação, não danificando as construções situadas na vizinhança do Projeto.

RELATÓRIO DE ENSAIO

MEDIÇÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULVIAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA "LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL"

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

PÁGINA 12 DE 22

ANEXOS

- CARTA N.º 1 – LOCAIS DE MEDIÇÃO
- CÓPIA DO CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SISMÓGRAFO

O presente Documento não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem autorização da Monitar, Lda.

RELATÓRIO DE ENSAIO

MEDIÇÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULVIAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA "LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL"

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

PÁGINA 13 DE 22

CARTA N.º 1 – LOCAIS DE MEDIÇÃO

O presente Documento não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem autorização da Monitar, Lda.



Local de medição V2



Mapa de base: Ortofotos 25 cm - Portugal Continental - 2018, DGT

Legenda

- Locais de medição de vibrações

TÍTULO:

Locais de medição

Medição de Vibrações (Avaliação da Influência de Vibrações Impulsivas em Infraestruturas) no Âmbito da Caracterização da Situação de Referência da “Linha de Évora. Empreitada Geral de Construção do Subtroço Freixo – Alandroal”

ESCALA: 1:7 500



ELABORADO POR:

Monitar, Lda

DATA: março de 2020

CARTA N.º 1



Local de medição V3



Mapa de base: Ortofotos 25 cm - Portugal Continental - 2018, DGT

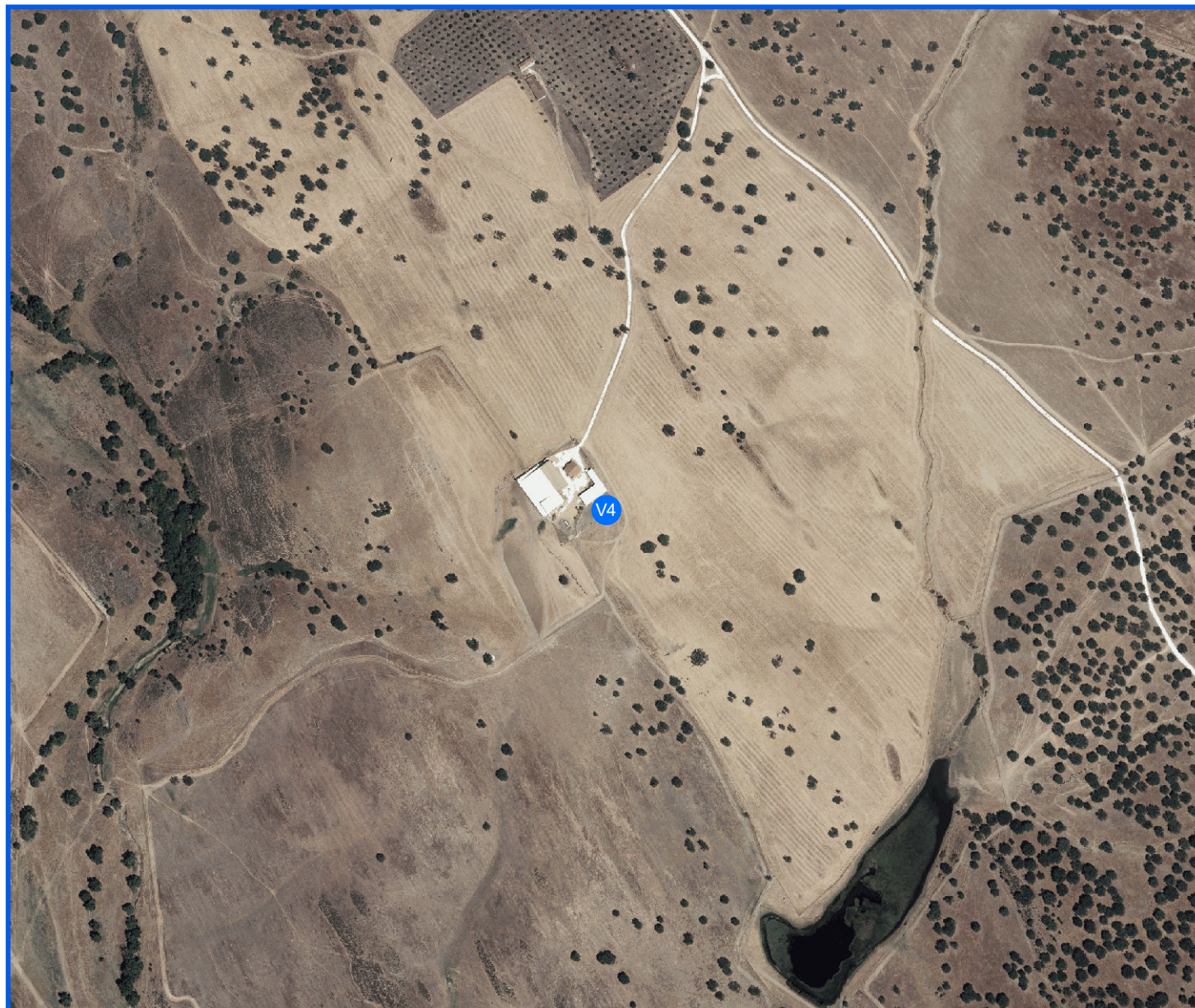
Legenda

- Locais de medição de vibrações





Local de medição V4



Mapa de base: Ortofotos 25 cm - Portugal Continental - 2018, DGT

Legenda

- Locais de medição de vibrações





Local de medição V5



Local de medição V6



Local de medição V7



Local de medição V8



Local de medição V9

Legenda

● Locais de medição de vibrações



Mapa de base: Ortofotos 25 cm - Portugal Continental - 2018, DGT



RELATÓRIO DE ENSAIO

MEDIÇÃO DE VIBRAÇÕES (AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE VIBRAÇÕES IMPULVIAS EM INFRAESTRUTURAS) NO ÂMBITO DA CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA "LINHA DE ÉVORA. EMPREITADA GERAL DE CONSTRUÇÃO DO SUBTROÇO FREIXO – ALANDROAL"

RE 01/04 – 03/20 – 02 – ED01/REV00

PÁGINA 18 DE 22

CÓPIA DO CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SISMÓGRAFO

O presente Documento não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem autorização da Monitar, Lda.



Instalações
de Oeiras



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física



Certificado de calibração

Data de Emissão: 2019-05-20

Serviço nº. CACV539/19

Página 1 de 3

Equipamento

SISMÓGRAFO

Unidade de Leitura

Marca: GEOSONICS
Modelo: SSU 3000EZ+

Nº série: **8821/4166**
Nº ident.: ---

Geofone

Marca: ---
Modelo: ---

Nº série: **8821**
Nº ident.: ---

Cliente

Monitar Lda.

Empreendimento Belavista, Lote 1, R/C DP, Loja 2 Repeses
3500-227 Viseu

Data de
Calibração

2019-05-20

Condições
Ambientais

Temperatura: 23,0 °C Humidade relativa: 55,0 %hr Pressão atmosférica: 99,3 kPa

Procedimento

PO.M-DM/VIB 01 (Ed. C - Rev. 01)

Rastreabilidade

Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão PCB 301A11 rastreado ao PTB (Alemanha).
Tensão alternada, Fluke 5790A, Fluke A40/A40A rastreado à 1A CAL, Kassel (Alemanha, Dakks).
Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Tempo Universal Coordenado (UTC) pelo sinal difundido pelo Global Positioning System (GPS).
Nível de pressão sonora, Brüel & Kjær, Nærum (Denmark).

Estado do
equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

nº. CACV539/19

Página 2 de 3

Resposta em amplitude

Canal	Frequência	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
Transversal [T]	40 Hz	0,18 m/s ²	1,00 mm/s	1,08 mm/s	0,08 mm/s	± 0,019 mm/s
	40 Hz	0,36 m/s ²	2,00 mm/s	2,10 mm/s	0,10 mm/s	± 0,036 mm/s
	40 Hz	0,89 m/s ²	5,00 mm/s	5,02 mm/s	0,02 mm/s	± 0,090 mm/s
	40 Hz	1,78 m/s ²	10,00 mm/s	9,97 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,18 mm/s
	40 Hz	3,55 m/s ²	20,00 mm/s	19,88 mm/s	-0,12 mm/s	± 0,35 mm/s
	40 Hz	5,33 m/s ²	30,00 mm/s	29,72 mm/s	-0,28 mm/s	± 0,52 mm/s
	40 Hz	10,66 m/s ²	60,00 mm/s	59,31 mm/s	-0,69 mm/s	± 1,0 mm/s
Longitudinal [L]	40 Hz	0,18 m/s ²	1,00 mm/s	1,08 mm/s	0,08 mm/s	± 0,019 mm/s
	40 Hz	0,36 m/s ²	2,00 mm/s	2,10 mm/s	0,10 mm/s	± 0,040 mm/s
	40 Hz	0,89 m/s ²	5,00 mm/s	5,02 mm/s	0,02 mm/s	± 0,090 mm/s
	40 Hz	1,78 m/s ²	10,00 mm/s	9,97 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,180 mm/s
	40 Hz	3,55 m/s ²	20,00 mm/s	19,75 mm/s	-0,25 mm/s	± 0,35 mm/s
	40 Hz	5,33 m/s ²	30,00 mm/s	29,65 mm/s	-0,35 mm/s	± 0,52 mm/s
	40 Hz	10,66 m/s ²	60,00 mm/s	59,31 mm/s	-0,69 mm/s	± 1,0 mm/s
Vertical [V]	40 Hz	0,18 m/s ²	1,00 mm/s	1,14 mm/s	0,14 mm/s	± 0,019 mm/s
	40 Hz	0,36 m/s ²	2,00 mm/s	2,10 mm/s	0,10 mm/s	± 0,036 mm/s
	40 Hz	0,89 m/s ²	5,00 mm/s	5,02 mm/s	0,02 mm/s	± 0,087 mm/s
	40 Hz	1,78 m/s ²	10,00 mm/s	9,91 mm/s	-0,09 mm/s	± 0,180 mm/s
	40 Hz	3,55 m/s ²	20,00 mm/s	19,62 mm/s	-0,38 mm/s	± 0,35 mm/s
	40 Hz	5,33 m/s ²	30,00 mm/s	29,40 mm/s	-0,60 mm/s	± 0,52 mm/s
	40 Hz	10,66 m/s ²	60,00 mm/s	58,61 mm/s	-1,39 mm/s	± 1,0 mm/s

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s²) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

nº. CACV539/19

Página 3 de 3

Resposta em frequência

Canal	Frequência	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
Transversal [T]	5 Hz	1,00 m/s ²	45,08 mm/s	47,63 mm/s	2,55 mm/s	± 0,83 mm/s
	8 Hz	1,00 m/s ²	28,19 mm/s	29,21 mm/s	1,02 mm/s	± 0,51 mm/s
	10 Hz	1,00 m/s ²	22,56 mm/s	23,18 mm/s	0,62 mm/s	± 0,41 mm/s
	16 Hz	1,00 m/s ²	14,11 mm/s	14,29 mm/s	0,18 mm/s	± 0,25 mm/s
	32 Hz	1,00 m/s ²	7,05 mm/s	7,05 mm/s	0,00 mm/s	± 0,12 mm/s
	64 Hz	1,00 m/s ²	3,52 mm/s	3,56 mm/s	0,04 mm/s	± 0,062 mm/s
	100 Hz	1,00 m/s ²	2,25 mm/s	2,22 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,039 mm/s
Longitudinal [L]	5 Hz	1,00 m/s ²	45,11 mm/s	46,80 mm/s	1,69 mm/s	± 0,82 mm/s
	8 Hz	1,00 m/s ²	28,18 mm/s	28,77 mm/s	0,59 mm/s	± 0,50 mm/s
	10 Hz	1,00 m/s ²	22,57 mm/s	22,92 mm/s	0,35 mm/s	± 0,40 mm/s
	16 Hz	1,00 m/s ²	14,10 mm/s	14,22 mm/s	0,12 mm/s	± 0,25 mm/s
	32 Hz	1,00 m/s ²	7,05 mm/s	7,05 mm/s	0,00 mm/s	± 0,12 mm/s
	64 Hz	1,00 m/s ²	3,53 mm/s	3,56 mm/s	0,03 mm/s	± 0,062 mm/s
	100 Hz	1,00 m/s ²	2,25 mm/s	2,29 mm/s	0,04 mm/s	± 0,041 mm/s
Vertical [V]	5 Hz	1,00 m/s ²	45,15 mm/s	46,61 mm/s	1,46 mm/s	± 0,81 mm/s
	8 Hz	1,00 m/s ²	28,19 mm/s	28,96 mm/s	0,77 mm/s	± 0,51 mm/s
	10 Hz	1,00 m/s ²	22,57 mm/s	23,05 mm/s	0,48 mm/s	± 0,40 mm/s
	16 Hz	1,00 m/s ²	14,08 mm/s	14,22 mm/s	0,14 mm/s	± 0,25 mm/s
	32 Hz	1,00 m/s ²	7,05 mm/s	7,05 mm/s	0,00 mm/s	± 0,12 mm/s
	64 Hz	1,00 m/s ²	3,53 mm/s	3,56 mm/s	0,03 mm/s	± 0,062 mm/s
	100 Hz	1,00 m/s ²	2,25 mm/s	2,22 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,039 mm/s

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s²) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



MONITAR

WWW.MONITAR.PT

6.2 ANEXO II: CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO (MONITAR)



Instalações
de Oeiras



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física



Certificado de calibração

Data de Emissão: 2019-05-20

Serviço nº. CACV539/19

Página 1 de 3

Equipamento

SISMÓGRAFO

Unidade de Leitura

Marca: GEOSONICS
Modelo: SSU 3000EZ+

Nº série: **8821/4166**
Nº ident.: ---

Geofone

Marca: ---
Modelo: ---

Nº série: **8821**
Nº ident.: ---

Cliente

Monitar Lda.

Empreendimento Belavista, Lote 1, R/C DP, Loja 2 Repeses
3500-227 Viseu

Data de
Calibração

2019-05-20

Condições
Ambientais

Temperatura: 23,0 °C Humidade relativa: 55,0 %hr Pressão atmosférica: 99,3 kPa

Procedimento

PO.M-DM/VIB 01 (Ed. C - Rev. 01)

Rastreabilidade

Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão PCB 301A11 rastreado ao PTB (Alemanha).
Tensão alternada, Fluke 5790A, Fluke A40/A40A rastreado à 1A CAL, Kassel (Alemanha, Dakks).
Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Tempo Universal Coordenado (UTC) pelo sinal difundido pelo Global Positioning System (GPS).
Nível de pressão sonora, Brüel & Kjær, Nærum (Denmark).

Estado do
equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

nº. CACV539/19

Página 2 de 3

Resposta em amplitude

Canal	Frequência	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
Transversal [T]	40 Hz	0,18 m/s ²	1,00 mm/s	1,08 mm/s	0,08 mm/s	± 0,019 mm/s
	40 Hz	0,36 m/s ²	2,00 mm/s	2,10 mm/s	0,10 mm/s	± 0,036 mm/s
	40 Hz	0,89 m/s ²	5,00 mm/s	5,02 mm/s	0,02 mm/s	± 0,090 mm/s
	40 Hz	1,78 m/s ²	10,00 mm/s	9,97 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,18 mm/s
	40 Hz	3,55 m/s ²	20,00 mm/s	19,88 mm/s	-0,12 mm/s	± 0,35 mm/s
	40 Hz	5,33 m/s ²	30,00 mm/s	29,72 mm/s	-0,28 mm/s	± 0,52 mm/s
	40 Hz	10,66 m/s ²	60,00 mm/s	59,31 mm/s	-0,69 mm/s	± 1,0 mm/s
Longitudinal [L]	40 Hz	0,18 m/s ²	1,00 mm/s	1,08 mm/s	0,08 mm/s	± 0,019 mm/s
	40 Hz	0,36 m/s ²	2,00 mm/s	2,10 mm/s	0,10 mm/s	± 0,040 mm/s
	40 Hz	0,89 m/s ²	5,00 mm/s	5,02 mm/s	0,02 mm/s	± 0,090 mm/s
	40 Hz	1,78 m/s ²	10,00 mm/s	9,97 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,180 mm/s
	40 Hz	3,55 m/s ²	20,00 mm/s	19,75 mm/s	-0,25 mm/s	± 0,35 mm/s
	40 Hz	5,33 m/s ²	30,00 mm/s	29,65 mm/s	-0,35 mm/s	± 0,52 mm/s
	40 Hz	10,66 m/s ²	60,00 mm/s	59,31 mm/s	-0,69 mm/s	± 1,0 mm/s
Vertical [V]	40 Hz	0,18 m/s ²	1,00 mm/s	1,14 mm/s	0,14 mm/s	± 0,019 mm/s
	40 Hz	0,36 m/s ²	2,00 mm/s	2,10 mm/s	0,10 mm/s	± 0,036 mm/s
	40 Hz	0,89 m/s ²	5,00 mm/s	5,02 mm/s	0,02 mm/s	± 0,087 mm/s
	40 Hz	1,78 m/s ²	10,00 mm/s	9,91 mm/s	-0,09 mm/s	± 0,180 mm/s
	40 Hz	3,55 m/s ²	20,00 mm/s	19,62 mm/s	-0,38 mm/s	± 0,35 mm/s
	40 Hz	5,33 m/s ²	30,00 mm/s	29,40 mm/s	-0,60 mm/s	± 0,52 mm/s
	40 Hz	10,66 m/s ²	60,00 mm/s	58,61 mm/s	-1,39 mm/s	± 1,0 mm/s

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s²) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

nº. CACV539/19

Página 3 de 3

Resposta em frequência

Canal	Frequência	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
Transversal [T]	5 Hz	1,00 m/s ²	45,08 mm/s	47,63 mm/s	2,55 mm/s	± 0,83 mm/s
	8 Hz	1,00 m/s ²	28,19 mm/s	29,21 mm/s	1,02 mm/s	± 0,51 mm/s
	10 Hz	1,00 m/s ²	22,56 mm/s	23,18 mm/s	0,62 mm/s	± 0,41 mm/s
	16 Hz	1,00 m/s ²	14,11 mm/s	14,29 mm/s	0,18 mm/s	± 0,25 mm/s
	32 Hz	1,00 m/s ²	7,05 mm/s	7,05 mm/s	0,00 mm/s	± 0,12 mm/s
	64 Hz	1,00 m/s ²	3,52 mm/s	3,56 mm/s	0,04 mm/s	± 0,062 mm/s
	100 Hz	1,00 m/s ²	2,25 mm/s	2,22 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,039 mm/s
Longitudinal [L]	5 Hz	1,00 m/s ²	45,11 mm/s	46,80 mm/s	1,69 mm/s	± 0,82 mm/s
	8 Hz	1,00 m/s ²	28,18 mm/s	28,77 mm/s	0,59 mm/s	± 0,50 mm/s
	10 Hz	1,00 m/s ²	22,57 mm/s	22,92 mm/s	0,35 mm/s	± 0,40 mm/s
	16 Hz	1,00 m/s ²	14,10 mm/s	14,22 mm/s	0,12 mm/s	± 0,25 mm/s
	32 Hz	1,00 m/s ²	7,05 mm/s	7,05 mm/s	0,00 mm/s	± 0,12 mm/s
	64 Hz	1,00 m/s ²	3,53 mm/s	3,56 mm/s	0,03 mm/s	± 0,062 mm/s
	100 Hz	1,00 m/s ²	2,25 mm/s	2,29 mm/s	0,04 mm/s	± 0,041 mm/s
Vertical [V]	5 Hz	1,00 m/s ²	45,15 mm/s	46,61 mm/s	1,46 mm/s	± 0,81 mm/s
	8 Hz	1,00 m/s ²	28,19 mm/s	28,96 mm/s	0,77 mm/s	± 0,51 mm/s
	10 Hz	1,00 m/s ²	22,57 mm/s	23,05 mm/s	0,48 mm/s	± 0,40 mm/s
	16 Hz	1,00 m/s ²	14,08 mm/s	14,22 mm/s	0,14 mm/s	± 0,25 mm/s
	32 Hz	1,00 m/s ²	7,05 mm/s	7,05 mm/s	0,00 mm/s	± 0,12 mm/s
	64 Hz	1,00 m/s ²	3,53 mm/s	3,56 mm/s	0,03 mm/s	± 0,062 mm/s
	100 Hz	1,00 m/s ²	2,25 mm/s	2,22 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,039 mm/s

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s²) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

6.3 ANEXO III: CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO (MOTA-ENGIL, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO, S.A.)



Instalações
de Oeiras



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física



Certificado de calibração

Data de Emissão: 2020-02-13

Serviço nº. CACV209/20

Página 1 de 3

Equipamento

SISMÓGRAFO

Unidade de Leitura

Marca: Instantel
Modelo: Minimate Blaster
Nº série: **BE18108**
Nº ident.: ---

Geofone

Marca: Instantel
Modelo: 714A9701
Nº série: **BG18007**
Nº ident.: ---

Cliente

Mota Engil Engenharia e Construções S.A. (Sede)

Rua Rego Lameiro, nº38
4100-478 Porto

Data de
Calibração

2020-02-13

Condições
Ambientais

Temperatura: 23,0 °C Humidade relativa: 51,0 %hr Pressão atmosférica: 100,0 kPa

Procedimento

PO.M-DM/VIB 01 (Ed. C - Rev. 01)

Rastreabilidade

Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão PCB 301A11 rastreado a Spektra (Alemanha).
Tensão alternada, Fluke 5790A rastreado à 1A CAL, Kassel (Alemanha, Dakks).
Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Tempo Universal Coordenado (UTC) pelo sinal difundido pelo Global Positioning System (GPS).
Nível de pressão sonora, Brüel & Kjær, Nærum (Denmark).

Estado do
equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Ana Colaço (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

nº. CACV209/20

Página 2 de 3

Resposta em amplitude

Canal	Frequência	Escala de medição	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
Transversal [1]	16 Hz	31,7 mm/s	0,071 m/s ²	1,00 mm/s _{pk}	1,03 mm/s _{pk}	0,03 mm/s _{pk}	± 0,019 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,142 m/s ²	2,00 mm/s _{pk}	2,06 mm/s _{pk}	0,06 mm/s _{pk}	± 0,036 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,355 m/s ²	5,00 mm/s _{pk}	5,02 mm/s _{pk}	0,02 mm/s _{pk}	± 0,090 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,711 m/s ²	10,0 mm/s _{pk}	10,0 mm/s _{pk}	0,0 mm/s _{pk}	± 0,18 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	1,422 m/s ²	20,0 mm/s _{pk}	20,0 mm/s _{pk}	0,0 mm/s _{pk}	± 0,35 mm/s _{pk}
	16 Hz	254 mm/s	3,554 m/s ²	50,0 mm/s _{pk}	51,6 mm/s _{pk}	1,6 mm/s _{pk}	± 0,87 mm/s _{pk}
	16 Hz	254 mm/s	4,265 m/s ²	60,0 mm/s _{pk}	60,5 mm/s _{pk}	0,5 mm/s _{pk}	± 1,1 mm/s _{pk}
Longitudinal [3]	16 Hz	31,7 mm/s	0,071 m/s ²	1,00 mm/s _{pk}	1,02 mm/s _{pk}	0,02 mm/s _{pk}	± 0,019 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,142 m/s ²	2,00 mm/s _{pk}	2,02 mm/s _{pk}	0,02 mm/s _{pk}	± 0,040 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,355 m/s ²	5,00 mm/s _{pk}	5,00 mm/s _{pk}	0,00 mm/s _{pk}	± 0,090 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,711 m/s ²	10,0 mm/s _{pk}	9,9 mm/s _{pk}	-0,1 mm/s _{pk}	± 0,18 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	1,422 m/s ²	20,0 mm/s _{pk}	19,8 mm/s _{pk}	-0,2 mm/s _{pk}	± 0,36 mm/s _{pk}
	16 Hz	254 mm/s	3,554 m/s ²	50,0 mm/s _{pk}	50,4 mm/s _{pk}	0,4 mm/s _{pk}	± 0,87 mm/s _{pk}
	16 Hz	254 mm/s	4,265 m/s ²	60,0 mm/s _{pk}	60,5 mm/s _{pk}	0,5 mm/s _{pk}	± 1,1 mm/s _{pk}
Vertical [2]	16 Hz	31,7 mm/s	0,071 m/s ²	1,00 mm/s _{pk}	1,03 mm/s _{pk}	0,03 mm/s _{pk}	± 0,019 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,142 m/s ²	2,00 mm/s _{pk}	2,00 mm/s _{pk}	0,00 mm/s _{pk}	± 0,036 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,355 m/s ²	5,00 mm/s _{pk}	4,97 mm/s _{pk}	-0,03 mm/s _{pk}	± 0,087 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	0,711 m/s ²	10,0 mm/s _{pk}	9,9 mm/s _{pk}	-0,1 mm/s _{pk}	± 0,19 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	1,422 m/s ²	20,0 mm/s _{pk}	19,7 mm/s _{pk}	-0,3 mm/s _{pk}	± 0,36 mm/s _{pk}
	16 Hz	254 mm/s	3,554 m/s ²	50,0 mm/s _{pk}	49,9 mm/s _{pk}	-0,1 mm/s _{pk}	± 0,87 mm/s _{pk}
	16 Hz	254 mm/s	4,265 m/s ²	60,0 mm/s _{pk}	59,9 mm/s _{pk}	-0,1 mm/s _{pk}	± 1,1 mm/s _{pk}

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s²) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Calibrado por


Ana Colaço

Responsável pela Validação


Ana Colaço (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de calibração

nº. CACV209/20

Página 3 de 3

Resposta em frequência

Canal	Frequência	Escala de medição	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
Transversal [1]	2 Hz	254 mm/s	0,356 m/s ²	40,0 mm/s _{pk}	38,0 mm/s _{pk}	-2,0 mm/s _{pk}	± 0,67 mm/s _{pk}
	5 Hz	254 mm/s	1,002 m/s ²	45,1 mm/s _{pk}	44,2 mm/s _{pk}	-0,9 mm/s _{pk}	± 0,77 mm/s _{pk}
	8 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	28,2 mm/s _{pk}	28,4 mm/s _{pk}	0,2 mm/s _{pk}	± 0,50 mm/s _{pk}
	10 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	22,5 mm/s _{pk}	22,7 mm/s _{pk}	0,2 mm/s _{pk}	± 0,40 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	1,002 m/s ²	14,1 mm/s _{pk}	14,2 mm/s _{pk}	0,1 mm/s _{pk}	± 0,25 mm/s _{pk}
	32 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	7,04 mm/s _{pk}	6,94 mm/s _{pk}	-0,10 mm/s _{pk}	± 0,12 mm/s _{pk}
	64 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	3,52 mm/s _{pk}	3,48 mm/s _{pk}	-0,04 mm/s _{pk}	± 0,061 mm/s _{pk}
	80 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	2,82 mm/s _{pk}	2,78 mm/s _{pk}	-0,04 mm/s _{pk}	± 0,049 mm/s _{pk}
Longitudinal [3]	2 Hz	254 mm/s	0,356 m/s ²	40,0 mm/s _{pk}	37,3 mm/s _{pk}	-2,7 mm/s _{pk}	± 0,65 mm/s _{pk}
	5 Hz	254 mm/s	1,002 m/s ²	45,1 mm/s _{pk}	43,3 mm/s _{pk}	-1,8 mm/s _{pk}	± 0,76 mm/s _{pk}
	8 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	28,2 mm/s _{pk}	28,1 mm/s _{pk}	-0,1 mm/s _{pk}	± 0,50 mm/s _{pk}
	10 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	22,5 mm/s _{pk}	22,3 mm/s _{pk}	-0,2 mm/s _{pk}	± 0,40 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	1,002 m/s ²	14,1 mm/s _{pk}	14,0 mm/s _{pk}	-0,1 mm/s _{pk}	± 0,25 mm/s _{pk}
	32 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	7,04 mm/s _{pk}	6,84 mm/s _{pk}	-0,20 mm/s _{pk}	± 0,12 mm/s _{pk}
	64 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	3,52 mm/s _{pk}	3,37 mm/s _{pk}	-0,15 mm/s _{pk}	± 0,059 mm/s _{pk}
	80 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	2,82 mm/s _{pk}	6,67 mm/s _{pk}	3,85 mm/s _{pk}	± 0,116 mm/s _{pk}
Vertical [2]	5 Hz	254 mm/s	1,002 m/s ²	45,1 mm/s _{pk}	44,2 mm/s _{pk}	-0,9 mm/s _{pk}	± 0,77 mm/s _{pk}
	8 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	28,2 mm/s _{pk}	27,4 mm/s _{pk}	-0,8 mm/s _{pk}	± 0,48 mm/s _{pk}
	10 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	22,5 mm/s _{pk}	22,1 mm/s _{pk}	-0,4 mm/s _{pk}	± 0,39 mm/s _{pk}
	16 Hz	31,7 mm/s	1,002 m/s ²	14,1 mm/s _{pk}	13,9 mm/s _{pk}	-0,2 mm/s _{pk}	± 0,25 mm/s _{pk}
	32 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	7,04 mm/s _{pk}	6,83 mm/s _{pk}	-0,21 mm/s _{pk}	± 0,12 mm/s _{pk}
	64 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	3,52 mm/s _{pk}	3,44 mm/s _{pk}	-0,08 mm/s _{pk}	± 0,060 mm/s _{pk}
	80 Hz	31,7 mm/s	1,001 m/s ²	2,82 mm/s _{pk}	2,76 mm/s _{pk}	-0,06 mm/s _{pk}	± 0,049 mm/s _{pk}

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s²) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Calibrado por

Ana Colaço

Responsável pela Validação

Ana Colaço (Responsável Técnico)



MONITAR

WWW.MONITAR.PT