

ANEXO XVI

Relatórios de monitorização do ruído

Cândido Cruz

De: XZLab - Francisco Silva <xzlab@xzconsultores.pt>
Enviado: segunda-feira, 12 de julho de 2021 10:21
Para: Ana Landeiro
Cc: xzlab@xzconsultores.pt
Assunto: RE: Autorização de reprodução parcial de relatórios ruído ambiente

Bom dia Eng.ª Ana Landeiro,

Pode reproduzir parcialmente o relatório.



Com os melhores cumprimentos,
FRANCISCO SILVA
LABORATÓRIO DE ENSAIOS
tlm. 93 479 73 54

EM DESTAQUE
Conheça as últimas novidades XZ
AQUI

De: Ana Landeiro [mailto:Ana.Landeiro@tmgautomotive.pt]
Enviada: segunda-feira, 12 de julho de 2021 09:41
Para: xzlab@xzconsultores.pt
Assunto: Autorização de reprodução parcial de relatórios ruído ambiente

Bom dia!

Temos necessidade de aumentar a produção do nosso estabelecimento em São Cosme do Vale e estamos a preparar os seguintes processos:

- Pedido de Licenciamento de alteração da instalação TMG Automotive 2
- Estudo de impacte ambiental de alteração da instalação TMG Automotive 2.

Nestes dois dossiers, relativamente ao ruído ambiente, temos necessidade de reproduzir parcialmente os vossos relatórios em anexo. Uma vez que estes relatórios indicam em rodapé que “Este documento não pode ser reproduzido parcialmente, exceto quando haja autorização escrita do XZLab”, estamos a solicitar a vossa autorização para a sua reprodução parcial.

Ficamos a aguardar a vossa autorização.

Com os melhores cumprimentos,
Ana Landeiro



Avaliação do Ruído Ambiente

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

Relatório de Ensaios

**TMG - Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos
para a Indústria Automóvel, S.A.**

Unidade Industrial

**Rua Comendador Manuel Gonçalves, 254, 4770-578 S. Cosme do
Vale, Vila Nova de Famalicão**

Data de emissão do relatório: 23 de julho de 2018

Nº total de páginas: 16

RA.121.1.18 - substitui RO.121.18

1. OBJETIVOS DO ENSAIO

Os ensaios realizados têm por objetivo a verificação do cumprimento do Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro), nomeadamente do critério de incomodidade e do critério de exposição máxima.

2. REFERÊNCIAS

- Decreto-lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro que aprova o Regulamento Geral do Ruído;
- NP ISO 1996 - 1 (2011) - Acústica. Descrição, medição e avaliação do Som Total. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação;
- NP ISO 1996 - 2 (2011) - Acústica. Descrição, medição e avaliação do Som Total. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do Som Total;
- PO 43.12 - Medição dos Níveis de Pressão Sonora para a Determinação do Nível Sonoro Médio de Longa Duração;
- PO 62.11 - Medição dos Níveis de Pressão Sonora para a Determinação do Critério de Incomodidade.

3. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Requerente	TMG - Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos para a Indústria Automóvel, S.A. Rua Comendador Manuel Gonçalves, 254, 4770-578 S. Cosme do Vale, Vila Nova de Famalicão
Atividade em Estudo	O mesmo do requerente
Data do Ensaio	1.ª Campanha: 22 de dezembro de 2017 e 12 de junho de 2018 2.ª Campanha: 8 de janeiro e 14 de junho de 2018 Os dias amostrados foram selecionados pela empresa requerente em colaboração com o técnico do XZLab - Laboratório de Ensaios da XZ Consultores, S.A., sendo considerados representativos do normal funcionamento da atividade mencionada no presente relatório. Os períodos de amostragem fundamentaram-se na informação disponibilizada pelo requerente da atividade em estudo, que nos permitiu estabelecer o tempo mínimo de amostragem. Dada a informação prestada demonstrar a elevada constância das fontes de ruído observadas e pela observação em campo, pelo técnico de ensaio, destas mesmas condições, concluiu-se serem suficientes os tempos de amostragem, dada a homogeneidade das condições do local. Os pontos de medição escolhidos foram os mais próximos possíveis dos recetores sensíveis mais próximos da atividade em avaliação
Horário de Laboração da Atividade	24 horas/dia
Condições de Funcionamento da(s) Fonte(s) em Avaliação	A unidade industrial encontrava-se em funcionamento
Posições do Microfone	Altura acima do solo (incluindo piso de interesse): 1,5 m Distâncias a superfícies refletoras: >3,5 m Distâncias a obstáculos: >2 m
Técnico de Ensaios	Francisco Silva/João Fernandes

Local das Medições



Ponto 1 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 25 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 4 m

Tipo de solo: poroso

Ponto 2 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 115 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 4 m

Tipo de solo: refletor

Ponto 3 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 55 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 20 m

Tipo de solo: refletor

Ponto 4 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 80 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 20 m

Tipo de solo: poroso

Fontes de Ruído Audíveis Durante a Realização do Ensaio

• Ponto 1 - Período Diurno

Ruído Ambiental: Ruído de extração da TMG; Ruído das câmaras frigoríficas da fábrica vizinha; Ruído de extração da Inovafil; Tráfego rodoviário; Animais (Pássaros, cães)

• Ponto 1 - Período Entardecer

Ruído Ambiental: Ruído de extração da TMG; Ruído das câmaras frigoríficas da fábrica vizinha; Ruído de extração da Inovafil; Tráfego rodoviário; Animais (Pássaros, cães, insetos)

• Ponto 1 - Período Noturno

Ruído Ambiental: Ruído de extração da TMG; Ruído das câmaras frigoríficas da fábrica vizinha; Ruído de extração da Inovafil; Tráfego rodoviário; Animais (cães, insetos)

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (pássaros, cães), motosserra (ao longe), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), sinos de igreja, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

• Ponto 2 - Período Diurno

Ruído Ambiental: Tráfego rodoviário; Tráfego pedonal, Entrada e saída de camiões para as instalações da TMG; Ruído das câmaras frigoríficas da fábrica vizinha; Ruído de extração da Inovafil

• Ponto 2 - Período Entardecer

Ruído Ambiental: Tráfego rodoviário; Tráfego pedonal; Animais (Pássaros e Cães); Ruído de extração da TMG; Ruído de extração da Inovafil

• Ponto 2 - Período Noturno

Ruído Ambiental: Tráfego rodoviário (esporádico); Ruído de extração da TMG; Ruído de extração da Inovafil

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, tráfego pedonal, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Fontes de Ruído Audíveis Durante a Realização do Ensaio	Ponto 3 - Período Diurno Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Ruído da fábrica vizinha (retroescavadora, cilindro); Pássaros; Ruído das câmaras frigoríficas da fábrica vizinha; Ruído de extração da Inovafil	Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), sinos de igreja, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 3 - Período Entardecer Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Animais (Pássaros, Cães, insetos); Ruído de extração da Inovafil	Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 3 - Período Noturno Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Animais (Pássaros, Cães, insetos); Ruído de extração da Inovafil	Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 4 - Período Diurno Ruído Ambiental: Ruído da fábrica vizinha (câmaras frigoríficas, retroescavadora, cilindro); Ruído de equipamentos de extração da TMG; Ruído de extração da Inovafil; Animais (Pássaros, Cães, aves de capoeira, rãs)	Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), sinos de igreja, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 4 - Período Entardecer Ruído Ambiental: Ruído da fábrica vizinha (câmaras frigoríficas); Ruído de equipamentos de extração da TMG; Animais (Pássaros, Cães, aves de capoeira, rãs); Ruído de extração da Inovafil	Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 4 - Período Noturno Ruído Ambiental: Ruído da fábrica vizinha (câmaras frigoríficas); Ruído de equipamentos de extração da TMG; Animais (rãs); Ruído de extração da Inovafil	Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
Contagem de Passagens de Veículos	Não se verificou a passagem de veículos pelos pontos 1, 3 e 4. Ponto 2: aproximadamente 6 veículos ligeiros por minuto no período diurno, 1 veículo ligeiro por minuto no período entardecer e 3 veículos ligeiros por 15min no período noturno	
Condições Meteorológicas	Anexo II	
Desvios às Normas, Justificações e Consequências	Não aplicável	
Outras Observações	Nada a registar	

4. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

EQUIPAMENTO	MARCA	MODELO	CLASSE	N.º SÉRIE
Sonómetro	Brüel & Kjaer	2250	Classe de Precisão 1	3009195
Microfone	Brüel & Kjaer	4189	Classe de Precisão 1	3036584
Calibrador	Brüel & Kjaer	4231	Classe de Precisão 1	2416114
Sonómetro	Brüel & Kjaer	2250	Classe de Precisão 1	2590533
Microfone	Brüel & Kjaer	4189	Classe de Precisão 1	2887399
Calibrador	Brüel & Kjaer	4231	Classe de Precisão 1	2594530
Sensor de velocidade do ar omnidirecional	Delta Ohm	AP3203	---	13044958
Sensor de Temperatura e Humidade Relativa	Delta Ohm	3217R	---	13045166

O equipamento de medição encontra-se homologado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ).

5. RESULTADOS DO ENSAIO

5.1. DETERMINAÇÃO DO $L_{AR,T}$

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA DE MEDIÇÃO	SOM TOTAL (RÚIDO AMBIENTAL)		SOM RESIDUAL (RÚIDO RESIDUAL)		K ₁ ¹	Tonal	K ₂ ²	L _{AR,T} dB(A)
			L _{Aeq} dB(A)	L _{Aleq} dB(A)	L _{Aeq} dB(A)	L _{Aleq} dB(A)				
DIURNO	1	1ª	51,5	56,2	51,5	53,3	0	n.a.	0	51,5
			51,9	57,4	0,0	0,0	0	n.a.	0	51,9
		2ª	52,2	58,4	54,2	59,4	0	n.a.	3	55,2
					51,3	55,5				
ENTARDECER		1ª	49,1	52,3	47,8	54,1	0	n.a.	0	49,1
			48,4	50,6	0,0	0,0	0	n.a.	0	48,4
		2ª	48,4	53,7	44,1	45,9	0	n.a.	0	48,4
					44,5	48,6				
NOTURNO		1ª	44,9	47,8	48,9	52,9	0	n.a.	0	44,9
			2ª	46,4	48,3	43,2	50,6	0	n.a.	0
		47,0		48,6	44,1	52,4	0	n.a.	0	47,0
		DIURNO	2	1ª	62,0	65,6	63,4	65,8	0	n.a.
64,8	66,1				0	n.a.			0	64,8
2ª	64,9			67,1	63,5	66,9	0	n.a.	0	64,9
					61,7	65,7				
ENTARDECER	1ª	59,2		61,2	60,6	62,6	0	n.a.	0	59,2
		58,7		60,4			0	n.a.	0	58,7
	2ª	60,9		65,0	59,9	61,9	0	n.a.	0	60,9
					60,5	62,0				
NOTURNO	1ª	53,9		56,1	54,5	57,1	0	n.a.	0	53,9
		56,3		61,6			0	n.a.	0	56,3
	2ª	54,1		58,6	55,4	57,5	0	n.a.	0	54,1
					52,5	55,3				
DIURNO	3	1ª	54,2	56,2	50,2	51,6	3	125 Hz	0	57,2
		2ª	53,1	55,7	51,9	56,8	3	125 Hz	0	56,1
			52,8	54,8	52,0	58,1	3	125 Hz	0	55,8
		ENTARDECER	1ª	53,5	56,8	46,2	48,3	3	125 Hz	0
2ª			53,4	54,4	48,3	50,1	3	125 Hz	0	56,4
			53,6	54,7	47,7	50,0	3	125 Hz	0	56,6
NOTURNO			1ª	53,5	54,7	46,5	49,0	3	125 Hz	0
		53,4		54,5	3			125 Hz	0	56,4
		2ª	53,6	54,7	47,6	51,3	3	125 Hz	0	56,6
					47,7	50,2				

¹ K_1 - correção tonal de acordo com o n.º 1 do Anexo I do DL 9/2007

² K_2 - correção impulsiva de acordo com o n.º 1 do Anexo I do DL 9/2007

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA DE MEDIÇÃO	SOM TOTAL (Ruído Ambiental)		SOM RESIDUAL (Ruído Residual)		K_1^1	Tonal	K_2^2	$L_{AR,T}$ dB(A)
			L_{Aeq} dB(A)	L_{A1eq} dB(A)	L_{Aeq} dB(A)	L_{A1eq} dB(A)				
DIURNO	4	1ª	56,9	62,3	50,3	52,5	0	n.a.	0	56,9
			52,0	56,8			0	n.a.	0	52,0
		2ª	51,3	57,7	54,7	60,4	0	n.a.	0	51,3
			52,7	57,7	54,7	59,8	0	n.a.	0	52,7
ENTARDECER		1ª	47,8	50,2	48,3	54,5	0	n.a.	0	47,8
			2ª	48,6	53,6	42,3	47,8	0	n.a.	0
		49,6		54,4	45,8	51,1	0	n.a.	0	49,6
NOTURNO		1ª	49,1	51,7	42,7	47,2	0	n.a.	0	49,1
		2ª	47,9	50,3	42,6	48,9	0	n.a.	0	47,9
			47,7	52,4	44,0	50,2	0	n.a.	0	47,7

5.2. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DE LONGA DURAÇÃO

PONTO	PERÍODO DIURNO	PERÍODO ENTARDECER	PERÍODO NOTURNO
	L_d dB(A)	L_e dB(A)	L_n dB(A)
1	52	49	46
2	63	59	55
3	53	53	54
4	53	48	48

L_d - Indicador de Ruído Diurno; L_e - Indicador de Ruído Entardecer; L_n - Indicador de Ruído Noturno

6. CONCLUSÕES

6.1. CRITÉRIO DE INCOMODIDADE

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	$L_{AR,T}$ dB(A)	L_{Aeq} (r.r. ³) dB(A)	$L_{AR,T} - L_{Aeq}$ (r.r. ³) dB(A)	VALOR LIMITE ⁴ + D^3 dB(A)	ANÁLISE
DIURNO	1	53	53	1	5	CUMPRE
ENTARDECER		49	46	3	4	CUMPRE
NOTURNO		46	46	0	3	CUMPRE
DIURNO	2	64	63	1	5	CUMPRE
ENTARDECER		60	60	0	4	CUMPRE
NOTURNO		55	54	1	3	CUMPRE

³ Ruído residual

⁴ Valor limite de acordo com a alínea b) do n.º 1 do artigo 13º do DL 9/2007

⁵ Valor corretivo D obtido em função da duração de ocorrência do ruído particular de acordo com o n.º 2 do Anexo I do DL 9/2007

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	$L_{AR,T}$ dB(A)	L_{Aeq} (r.r. ³) dB(A)	$L_{AR,T} - L_{Aeq}$ (r.r. ³) dB(A)	VALOR LIMITE ⁴ + D ⁵ dB(A)	ANÁLISE
DIURNO	3	56	51	5	5	CUMPRE
ENTARDECER		57	48	9	4	NÃO CUMPRE
NOTURNO		57	47	9	3	NÃO CUMPRE
DIURNO	4	54	54	0	5	CUMPRE
ENTARDECER		49	46	3	4	CUMPRE
NOTURNO		48	43	5	3	NÃO CUMPRE

6.2. CRITÉRIO DE EXPOSIÇÃO MÁXIMA

INDICADOR	VALOR LIMITE ⁶ - ZONAS MISTAS ⁷	VALOR OBTIDO							
		PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L_{den}	65 dB(A)	54 dB(A)	CUMPRE	64 dB(A)	CUMPRE	60 dB(A)	CUMPRE	56 dB(A)	CUMPRE
L_n	55 dB(A)	46 dB(A)	CUMPRE	55 dB(A)	CUMPRE	54 dB(A)	CUMPRE	48 dB(A)	CUMPRE

Assinatura



P' Direção Técnica

(Raquel Ribeiro)

Assinatura



Técnico de Ensaios

(João Fernandes)

xzlab@xzconsultores.pt

933 570 003

⁶ Valor limite de acordo com os n.º 1, 2 e 3 do artigo 11º do DL 9/2007

⁷ De acordo com o Plano Diretor Municipal de 2015 do município de Vila Nova de Famalicão, os recetores sensíveis estão inseridos numa zona mista (comentário não inserido no âmbito da acreditação)

ANEXO I. DADOS DO SONÓMETRO

PONTO 1

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25KHz [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	15:14:41	15:29:42	51,54	56,23	20,02	22,69	25,24	26,18	33,92	31,04	32,48	35,91	39,69	40,71	40,97	41,64	41,6	41,28	41,91	37,95	36,3	35,85	37,63	38,69	37,55	36,51	35,12	25,68
		2	12-06-2018	15:29:55	15:44:56	51,9	57,41	20,83	23,18	24,2	25,57	33,27	27,56	29,88	33,94	37,55	38,81	39,41	40,05	40,55	47,41	41,69	36,56	34,9	34,27	37,57	39,21	38,28	34,91	30,92	23,87
	2ª	1	14-06-2018	15:07:00	15:22:03	52,2	58,43	22,19	25,78	25,74	27,94	32,56	27,76	30,98	34,27	35,94	38,26	39,05	41,27	41,73	42,1	40,76	37,2	39,27	44,34	41,13	41,65	40	34,48	30,71	25,71
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	17:35:16	17:50:25	51,48	53,29	22,8	27,85	25,4	30,87	30,19	29,06	33,45	34,84	38,69	39,64	39,65	40,5	42,01	43,21	43,51	41,96	38,99	38,91	35,23	29,13	26,07	23,1	18,54	15,59
	2ª	1	08-01-2018	16:18:00	16:33:07	54,23	59,37	17,45	21,33	23,94	32,63	35,18	32,02	39,11	40,98	43,5	46,51	47,86	45,06	41,01	40,68	40,39	40,21	38,48	39,03	37,2	36,84	34,53	33,37	31,15	26,86
		2	08-01-2018	16:33:19	16:48:20	51,3	55,46	18,48	21,51	23,18	29,28	31,37	28,17	35,06	36,54	40,23	43,42	45,24	41,88	39,2	39,04	38,74	37,87	34,83	34,11	34,21	33,41	31,34	29,81	27,57	22,49
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	21:34:24	21:49:29	49,05	52,31	20,08	23,02	27,46	31,68	40,26	32,48	31,4	32,49	35,14	34,12	35,97	38,24	39,6	37	37,15	37,83	38,66	36,37	33,31	33,48	35,16	29,75	25,35	21,56
		2	12-06-2018	21:49:40	22:04:41	48,4	50,62	22,14	26,61	28,66	34,24	41,85	33,43	33,16	31,79	34,92	35,46	34,33	36,53	36,54	35,94	36,17	37,04	36,58	33,9	32,12	31,33	30,55	26,77	24,22	20,18
	2ª	1	14-06-2018	20:40:33	20:55:34	48,38	53,74	21,45	23,28	28,47	31,15	34,01	31,77	31,53	32,61	34,9	33,96	35,81	37,04	36,34	36,76	36,66	36,99	37,62	38,46	36,53	35,79	34,55	30,69	28,73	23,2
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	21:55:10	22:13:00	47,84	54,12	16,68	18,22	20,2	20,13	22,15	24,35	27,79	31,44	38,59	38,34	37,11	39,67	40	38,93	37,07	35,09	32,43	28,38	26,04	24,04	21,81	20,72	17,73	13,89
	2ª	1	08-01-2018	21:29:39	21:44:40	44,06	45,89	16,03	19,48	20,9	21,9	21,19	21,93	24,83	28,46	32,67	32,95	32,69	34,2	35,71	35,85	34,93	33,68	31,62	27,42	24,39	20,66	18,23	16,8	14,7	11,89
		2	08-01-2018	21:44:45	21:59:46	44,48	48,58	15,76	18,79	20,16	21,55	19,75	21,08	25,02	28,35	32,69	33,3	33,93	36,15	36,11	36,23	35,9	32,76	30,92	26,24	22,74	18,53	15,53	13,39	12,12	10,15
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	13-06-2018	00:17:48	00:32:50	44,88	47,84	24,93	20,03	14,01	17,04	22,06	24,26	27,69	27,45	28,67	30,18	32,58	32,73	32,66	37,91	38,13	36,35	33,06	29,37	26,22	24,55	24,15	22,96	21,27	18,35
	2ª	1	14-06-2018	23:43:46	23:58:47	46,44	48,34	28,25	22,99	18,06	18,52	24,84	28,38	31,13	31,75	33,53	34,11	35,48	36,45	35,18	37,53	38,25	36,89	34,32	30,69	28,01	26,76	25,21	23,16	19,73	16,86
		2	14-06-2018	23:58:45	00:13:46	46,98	48,61	28	22,19	18,47	22,18	26,22	28,26	31,66	32,39	34,43	35,99	36,72	36,89	35,79	38,07	38,4	37,05	34,56	30,87	28,02	26,7	25,08	22,53	19,83	16,73
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	23:51:32	00:06:33	48,9	52,88	14,51	15,26	16,89	19,7	20,58	23,8	26,11	31,08	37,96	38,55	39,67	40,03	41,11	41,19	39,03	37,27	33,38	29,03	25,36	21,49	19,12	18,09	15,6	12,65
	2ª	1	08-01-2018	23:35:06	23:50:21	43,15	50,61	13	15,04	16,84	18,38	17,43	19,77	21,09	25,23	28,34	30,33	33,9	35,26	37,26	32,94	30,91	31,46	31,8	26,32	22,87	21,42	20,6	18,78	16,69	14,18
		2	08-01-2018	23:50:25	00:05:26	44,08	52,38	11,9	13,9	16,15	19,11	21,08	25,82	29,07	32,6	33,6	32,63	33,12	32,56	32,87	32,27	31,63	33,18	33,56	34,43	29,93	28,61	25,78	17,94	16,34	15,91

PONTO 2

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25kHz [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	14:38:35	14:53:39	61,98	65,64	39,67	38,54	40,89	41,25	43,16	42,44	43,39	47,64	46,84	49,43	51,93	53,5	54,19	53,03	50,75	49,83	48,17	46,53	45,46	43,58	42,17	43,12	40,75	34,44
		2	12-06-2018	14:54:09	15:09:28	64,77	66,1	34,96	34,78	35,24	36,23	38,85	40,91	42,53	42,89	43,71	44,28	47,26	49,08	50,28	54,91	59,98	57,78	56,06	52,39	47,7	45,79	43,64	42,07	39,37	34,98
	2ª	1	14-06-2018	14:48:19	15:04:13	64,93	67,07	33,68	34,78	36,63	36,75	37,58	40,87	41,27	41,15	43,26	44,67	47,7	49,94	51,48	54,85	59,03	58,85	55,81	53,46	49,54	48,01	45,92	43,45	41,33	36,47
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	18:37:51	18:52:52	63,44	65,84	36,66	40,11	40,14	42,2	43,93	45,83	46,5	47,6	48,77	50,17	52,26	53,96	55,56	55,3	53,94	52,58	50,89	48,18	46,94	43,08	41,13	37,66	35,8	31,54
		1	08-01-2018	15:42:11	15:58:09	63,47	66,91	38,51	36,06	39,54	40,72	43,64	44,3	44,88	48,97	50,16	52,44	54,98	54,53	54,16	53,96	52,84	51,57	51,38	48,2	46,03	45,06	42,18	40,08	37,92	33,71
	2ª	2	08-01-2018	15:58:32	16:13:33	61,73	65,68	35,18	33,8	37,02	38,87	41,56	40,5	43,3	47,05	47,84	52,35	54,09	52,66	52,07	51,16	50,05	50,03	47,61	46	46,14	44,38	43,04	41,3	37,66	32,94
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	20:58:40	21:13:41	59,2	61,21	30,99	29,87	32,67	35,18	38,7	39,8	42	45,18	46,88	45,49	48,25	51,01	52,93	51,71	48,21	45,19	42,62	39,7	37,68	35,26	34,11	31,49	30,07	25,54
		2	12-06-2018	21:13:46	21:28:49	58,7	60,44	31,19	30,18	32,67	35,67	38,34	39,44	41,06	43,7	44,85	45,24	48,01	50,6	52,53	51,11	47,62	44,78	43,04	40,91	40,08	36,2	33,26	31,78	28,37	25,64
	2ª	1	14-06-2018	20:20:29	20:36:27	60,87	64,98	32,45	33,44	35,17	37,45	39,15	40,94	42,84	45,64	47,87	47,45	50,1	51,9	54,51	52,37	49,58	47,33	46,4	45,48	44,42	43,76	41,94	38,92	36,48	32,34
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	21:31:40	21:47:14	60,64	62,6	31,26	32,74	35,86	36,88	37,62	39,33	40,4	45,12	45,52	46,29	48,78	51,34	53,91	54,31	51,43	48,75	45,9	42,11	38,72	36,27	34,69	30,49	26,68	22,49
		1	08-01-2018	21:46:18	22:01:21	59,87	61,86	31,9	30,7	34,9	36,43	38,12	39,21	41,69	43,56	45,79	45,8	47,99	50,9	53,04	53,07	50,4	47,55	44,48	42,69	41,43	39,09	36,33	34,33	32,35	29,51
	2ª	2	08-01-2018	22:01:29	22:16:30	60,47	61,97	31,2	31,99	34,65	37,36	38,31	40,19	41,17	44,17	44,88	45,74	48,3	51,42	53,88	54,02	51,29	48,65	45,66	42,55	39,85	36,22	32,77	30,25	27,63	24,57
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	23:38:57	23:54:35	53,91	56,1	35,59	32,8	35,21	37,98	40,12	39,75	38,42	39,34	40,14	40,62	43,05	44,5	41,68	43,5	42,75	40,03	40,1	40,45	40,3	40,56	38,45	36,99	33,69	30,23
		2	12-06-2018	23:55:33	00:10:34	56,3	61,6	32,4	24,9	22,2	29,0	43,1	42,5	35,8	39,1	39,7	38,3	37,1	37,8	37,8	44,0	46,2	42,9	45,7	52,9	43,1	35,0	33,8	34,1	30,9	27,1
	2ª	1	14-06-2018	23:23:27	23:38:28	54,11	58,56	35,89	34,76	35,77	37,15	37,12	39	39,06	39,85	41,34	41,15	42,81	42,5	40,89	42,13	42,14	42,12	44,87	42,57	42,26	39,63	37,51	35,21	32,24	28,37
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	23-12-2017	00:12:01	00:27:02	54,52	57,05	28,11	25,62	27,9	30,65	34,29	34,7	37,28	40,66	38,84	41,21	43,07	46,26	48,06	47,31	44,48	41,56	38,52	35,12	33,16	30,25	27,63	25,43	22,79	17,33
		1	08-01-2018	23:43:01	23:58:02	55,43	57,52	25,1	24,52	30,04	32,34	32,73	38,65	35,85	38,38	40,39	40,88	42,69	46,71	48,59	49,08	46,54	43,23	40,04	36,62	33,46	29,75	27,38	23,89	20,96	17,99
	2ª	2	08-01-2018	23:58:13	00:13:14	52,51	55,28	24,12	23,22	27,61	30,46	30,59	33,5	34,72	37,07	38,54	38,88	41	43,74	45,51	45,64	42,68	40,02	37,23	33,95	31,64	31,23	32,4	27,4	25,07	22,3

PONTO 3

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25kHz z [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	16:42:52	16:58:40	54,24	56,21	23,8	28,96	34,46	36,01	44,12	38,71	38,27	41,7	41,64	44,35	44,57	43,5	43,24	42,48	42,11	41,46	41,52	39,99	37,66	37,87	35,57	32,52	29,23	23,75
	2ª	1	14-06-2018	16:08:18	16:23:20	53,1	55,68	21,93	30,18	31,67	32,54	46,4	37,83	41,17	42,38	40,68	42,55	43,87	42,55	41,01	39,66	37,29	36,41	35,83	36,19	34,9	35,6	33,13	28,1	23,64	19,29
		2	14-06-2018	16:23:28	16:38:29	52,82	54,76	22,2	30,26	31,67	32,67	46,66	38,05	41,1	41,65	40,29	42,22	43,64	42,01	40,68	39,1	36,93	36,37	35,39	33,74	33,58	33,31	31,65	28,66	24,26	18,98
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	18:09:12	18:24:13	50,18	51,58	23,3	29,32	29,74	27,97	28,47	31,41	33,1	35,76	37,76	39,49	40,65	41,29	41,7	41,26	39,94	38,75	36,83	33,82	29,89	25,58	21,32	17,64	13,82	10,65
	2ª	1	08-01-2018	17:40:36	17:55:37	51,85	56,75	21,53	25,88	24,62	27,49	29,15	31,35	33,01	35,45	38,24	40,22	41,51	44,97	45,67	41,49	39,86	38,85	37,17	34,42	33,87	30,73	29,33	27,77	22,74	17,97
		2	08-01-2018	17:55:47	18:10:48	52,03	58,12	22	26,6	25,31	27,63	29,13	31,56	34,04	35,91	37,9	39,63	40,73	46,04	46,38	41,54	39,64	38,08	36,05	33,09	31,52	28,89	26,09	22,34	20,97	17,15
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	22:38:56	22:53:58	53,47	56,77	22,31	29,51	32,33	34,19	46,61	37,18	37,35	38,48	40,62	42,58	44,43	43,05	43,18	42,2	39,44	38,29	37,78	36,7	35,44	35,86	35,59	31,24	28,85	24,13
	2ª	1	14-06-2018	21:39:54	21:55:01	53,35	54,44	23,74	31,95	31,45	34,94	48,01	39,19	40,81	41,71	41,53	43,48	43,97	41,73	40,78	38,11	36,28	35,73	34,21	32,09	31,34	32,54	34,27	26,09	24,25	18,97
		2	14-06-2018	21:55:11	22:10:12	53,64	54,74	23,5	31,95	31,56	34,86	48,34	39,42	40,95	41,55	41,5	43,65	44,08	42,51	41,68	38,69	36,79	36	34,33	32,16	31,29	32,94	34,83	26,38	24,34	19,07
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	22:47:38	23:00:00	46,24	48,28	14,49	17,93	21,37	23,59	25,34	28,2	30,19	33,23	35,67	36,13	36,59	36,9	37,54	37,56	35,39	34,15	31,04	28,07	26,16	23,88	22,1	19,24	16,77	12,44
	2ª	1	08-01-2018	22:24:22	22:39:23	48,33	50,06	14,25	14,79	16,71	24,27	26,86	31,06	32,76	35,11	37,08	39,04	40,1	40,25	39,38	38,15	36,68	34,61	32,17	30,59	28,87	26,53	23,08	19,34	18,17	14,79
		2	08-01-2018	22:39:32	22:55:14	47,68	50,02	14,12	13,79	15,99	24,17	26,4	28,67	31,02	34,58	36,24	38,03	39,28	39,7	38,94	37,53	35,89	34,51	32,13	30,67	29,15	26,73	24,03	21,24	19,12	15,03
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	12-06-2018	23:00:21	23:15:23	53,52	54,73	22,15	21,92	31,64	37,13	49,14	35,22	36,38	39,86	40,57	41,44	43,78	41,83	41,43	39,93	39,78	37,88	36,61	34,56	33,94	34,02	33,14	28,02	25,39	20,62
		2	12-06-2018	23:15:23	23:30:24	53,4	54,5	21,8	21,7	31,5	37,1	48,8	35,1	36,5	40,2	40,4	41,3	43,7	41,5	41,4	39,9	39,7	37,9	38,0	34,8	33,9	34,4	33,9	28,7	26,0	21,3
	2ª	1	14-06-2018	23:00:21	23:15:22	53,6	54,66	23,53	32,01	31,62	35,04	48,56	39,39	40,93	41,6	41,69	43,07	43,7	42,14	41,2	39,28	36,86	36,01	34,37	32,14	31,44	33,2	35,23	26,65	24,56	19,87
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	23:00:13	23:15:14	46,48	49,02	14,33	18,12	17,96	21,99	25,13	28,58	30,36	34,09	36,65	36,74	37,25	36,86	37,46	37,29	34,9	33,99	31,57	29,52	27,04	24,4	22,48	20,87	17,69	12,02
	2ª	1	08-01-2018	23:00:57	23:16:32	47,63	51,32	14,32	14,27	15,74	23,06	25,56	28,6	30,25	33,53	35,36	37,76	39,2	39,37	39,01	37,77	36,39	34,4	31,81	30,87	30,48	30,1	27,31	22,38	22,4	20,12
		2	08-01-2018	23:16:42	23:32:38	47,68	50,24	13,27	13,76	16,29	22,46	25,25	28,93	29,72	33,41	35,97	38,32	39,92	39,57	38,7	37,79	36,25	34,33	31,97	30,51	28,92	26,47	23,2	19,18	18,78	15,92

PONTO 4

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25KHz [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruido ambiental)	1ª	1	12-06-2018	15:56:07	16:11:09	56,88	62,33	30,07	34,46	35,96	36,53	40,58	40,57	39,73	40,64	43,13	44,99	45,08	47,66	46,47	46,81	47	46,6	45,86	44,4	41,84	40,14	38,2	34,31	30,83	24,63
		2	12-06-2018	16:11:18	16:29:13	51,95	56,81	24,71	28,33	28,65	31,51	36,45	34,95	33,64	34,72	36,7	37,04	38,22	39,86	40,09	40,59	40,68	41,2	42,43	41,9	41,05	39,54	38,35	35,48	32,04	30,49
	2ª	1	14-06-2018	15:27:16	15:42:19	51,27	57,72	28,64	24,37	26,43	31,15	35,41	33,72	32,89	34,24	36,24	36,05	37,58	39,54	38,95	40,2	40,3	40,92	41,57	40,56	39,11	39,72	38,75	35,67	32,25	27,43
		2	14-06-2018	15:42:26	15:57:27	52,7	57,72	28,1	28,77	28,08	30,41	36,13	35,67	34,15	34,36	35,91	37,5	39,83	40,85	40,98	41,78	42,76	43,46	42,74	41,74	40,27	40,55	39,76	34,86	31,64	27,24
Diurno Som Residual (Ruido Residual)	1ª	1	22-12-2017	17:04:55	17:19:59	50,29	52,53	22,59	28,05	27,3	26,98	29,49	30,94	31,83	36,91	37,42	37,99	39,74	39,94	40,37	41,61	41,26	40,57	39,02	35,17	31,95	31,01	29,94	27,34	21,86	17,7
		2ª	1	08-01-2018	17:00:08	17:15:09	54,65	60,42	20,03	24,18	25,47	32,35	34,33	31,95	37,27	39,71	40,68	44,35	45,58	45,67	46,48	45,18	44,35	42,32	40,63	39,06	37,75	36,39	34,81	32,33	29,9
	2		08-01-2018	17:15:20	17:30:22	54,69	59,83	21,08	24,59	25,48	33,56	36,17	34,81	39,81	42,26	42,4	46,13	47,26	45,14	43,5	42,41	43,54	42,23	39,52	38,62	37,88	37,68	35,76	33,06	30,99	26,9
	Entardecer Som Total (Ruido ambiental)	1ª	1	12-06-2018	22:10:16	22:25:18	47,79	50,18	23,08	25,67	26,94	29,64	35,41	31,34	33,5	32,73	34,93	35,6	35,91	36,97	37,23	37,06	37,38	36,65	36,18	35,45	33,24	31,42	30,21	27,01	24,43
2ª			1	14-06-2018	21:00:23	21:15:24	48,6	53,58	21,78	24,25	26,8	30,77	34	31,72	31,16	32,27	34,42	33,03	35,61	37,34	36,85	36,92	37,96	41,26	37,44	35,99	34,8	35,07	34,02	29,51	28,55
		2	14-06-2018	21:15:30	21:30:32	49,59	54,38	21,41	23,3	26,68	29,81	33,94	31,19	31,68	32,66	34,37	33,07	37,49	38,88	38,52	38,65	38,62	39,33	41,57	39,37	35,27	34,11	34,82	31,04	26,7	20,79
Entardecer Som Residual (Ruido Residual)		1ª	1	22-12-2017	22:21:03	22:36:06	48,26	54,51	14,88	19,32	20,23	21,23	25,46	27,04	28,42	28,67	30,4	34,04	38,93	40,83	42,63	40,4	36,42	36,38	32,48	27,79	24,63	23,44	20,97	20,53	18,63
	2ª		1	08-01-2018	22:05:54	22:20:55	42,3	47,82	14,92	16,04	16,74	21,39	21,76	23,63	24,19	24,46	27,28	29,98	32,72	33,39	34,6	33,12	31,98	31,8	29,28	27,73	25,87	22,92	20,66	17,87	15,14
		2	08-01-2018	22:20:58	22:36:36	45,83	51,12	16,27	16,91	16,46	22,11	25,26	27,7	29,68	31,04	33,43	35,85	38,38	38,04	37,79	35,35	33,21	33,58	29,75	26,77	24,07	21,21	18,95	16,63	13,46	9,33
	Noturno Som Total (Ruido ambiental)	1ª	1	13-06-2018	00:39:12	00:55:56	49,14	51,65	26,09	22,18	20,15	20,5	24,51	28,47	30,92	30,27	31,68	33,06	35,26	34,67	34,87	39,4	38,66	38,96	39,17	38,59	39,88	41,34	31,3	27,74	27,37
2ª			1	15-06-2018	00:19:45	00:34:47	47,93	50,26	28,47	23,86	20,29	20,44	26,21	30,47	32,42	35,14	35,09	35,07	38,11	38,42	35,74	38,24	39,62	38,64	34,98	32,06	30,51	28,47	26,75	24,21	20,82
		2	15-06-2018	00:34:55	00:49:58	47,74	52,4	27,01	20,74	18,28	20,04	25,97	27,54	32,69	35,66	35,11	35,04	38,75	38,83	34,34	36,89	39,08	38,51	34,61	32,7	30,6	29,72	26,76	23,2	20,83	17,6
Noturno Som Residual (Ruido Residual)		1ª	1	22-12-2017	23:28:30	23:43:31	42,74	47,23	11,68	12,88	17,56	19,68	22,58	24,29	24,54	26,22	27,87	28,85	33,47	34,38	35,88	34,56	32,59	31,14	28,24	24,31	21,79	19,49	17,82	16,51	14,06
	2ª		1	08-01-2018	23:00:18	23:15:19	42,57	48,86	14,78	15,77	14,49	21,5	21,52	25,08	22,63	22,36	25,12	28,3	34,56	35,31	35,79	33,27	30,62	31,64	28,09	24,36	21,75	19,72	17,21	15,35	12,37
		2	08-01-2018	23:15:11	23:30:12	43,97	50,17	12,55	11,86	11,36	20,89	21,25	24,19	22,56	23,49	25,34	28,01	34,9	37,11	37,84	35,02	32,05	33,57	29,77	25,86	22,65	20,48	18,25	16,91	13,98	9,43

ANEXO II. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

- Condições meteorológicas obtidas durante as medições do Som total (Ruído ambiental)

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA	VELOCIDADE DO VENTO (m/s)	TEMPERATURA (°C)	HUMIDADE RELATIVA (%)	DIREÇÃO DO VENTO	ESTADO DO CÉU	RADIAÇÃO SOLAR	CONDIÇÕES DE PROPAGAÇÃO
DIURNO	1	1. ^a	5,30	20,60	23,00	SO	Pouco nublado	Mediana	Favoráveis
			4,03	21,40	21,00	SO	Pouco nublado	Mediana	Favoráveis
		2. ^a	2,69	24,60	7,00	SO	Céu limpo	Intensa	Favoráveis
ENTARDECER		1. ^a	1,33	16,10	60,00	SO	Céu limpo	Mediana	Desprezáveis
			0,67	15,80	64,00	SO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2. ^a	0,67	19,80	40,00	SO	Céu limpo	Mediana	Desprezáveis
NOTURNO		1. ^a	1,33	14,50	78,00	SO	Céu limpo	---	Muito favoráveis
			1,33	16,10	78,00	SO	Céu limpo	---	Muito favoráveis
		2. ^a	0,67	16,10	80,00	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	2	1. ^a	4,70	21,80	23,00	S	Pouco nublado	Mediana	Favoráveis
			5,30	21,20	21,00	S	Pouco nublado	Mediana	Favoráveis
		2. ^a	2,69	25,60	5,00	S	Céu limpo	Intensa	Favoráveis
ENTARDECER		1. ^a	0,67	17,10	51,00	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
			1,33	16,70	54,00	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2. ^a	1,67	20,60	36,00	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
NOTURNO		1. ^a	0,67	14,60	78,00	S	Céu limpo	---	Favoráveis
			1,33	14,60	79,00	S	Céu limpo	---	Muito favoráveis
		2. ^a	0,67	16,40	76,00	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	3	1. ^a	3,97	21,50	22,00	NO	Pouco nublado	Mediana	Desprezáveis
			1,33	26,10	4,00	NO	Céu limpo	Intensa	Desprezáveis
		2. ^a	2,00	26,40	6,00	NO	Céu limpo	Intensa	Desprezáveis
ENTARDECER		1. ^a	0,67	15,10	73,00	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,67	18,60	50,00	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2. ^a	1,33	18,40	53,00	NO	Céu limpo	---	Muito favoráveis
NOTURNO		1. ^a	1,33	14,90	75,00	NO	Céu limpo	---	Muito favoráveis
			0,67	14,70	76,00	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2. ^a	0,67	16,90	70,00	S	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	4	1. ^a	4,00	21,80	19,00	O	Pouco nublado	Mediana	Favoráveis
			1,67	25,80	3,00	O	Céu limpo	Intensa	Favoráveis
		2. ^a	2,70	26,60	1,00	O	Céu limpo	Intensa	Favoráveis
ENTARDECER		1. ^a	0,67	15,50	67,00	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,33	19,30	44,00	SO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2. ^a	0,67	19,10	46,00	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1. ^a	1,33	14,50	79,00	SO	Céu limpo	---	Muito favoráveis
			0,66	15,60	83,00	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2. ^a	0,66	15,60	85,00	SO	Céu limpo	---	Favoráveis

- Condições meteorológicas obtidas durante as medições do Som Residual (Ruído residual)

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA	VELOCIDADE DO VENTO (m/s)	TEMPERATURA (°C)	HUMIDADE RELATIVA (%)	DIREÇÃO DO VENTO	ESTADO DO CÉU	RADIAÇÃO SOLAR	CONDIÇÕES DE PROPAGAÇÃO
DIURNO	1	1.ª	0,28	8,26	94,17	O	Céu limpo	Mediana	Desprezáveis
		2.ª	0,19	10,90	55,32	SO	Céu limpo	Mediana	Desprezáveis
			0,25	10,70	57,45	SO	Céu limpo	Mediana	Desprezáveis
ENTARDECER		1.ª	0,32	5,33	96,38	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,81	5,90	81,26	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,59	5,86	82,33	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,83	4,60	96,90	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,89	6,51	78,65	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,45	6,55	78,32	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	2	1.ª	0,84	7,79	91,36	O	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2.ª	1,05	10,90	55,96	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,12	10,70	56,85	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,43	5,82	92,91	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,87	6,10	79,85	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,58	6,15	78,85	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,23	4,20	96,10	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,25	6,55	77,85	E	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,33	6,51	78,74	E	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	3	1.ª	0,39	8,17	94,69	NO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2.ª	0,25	9,12	66,89	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
			0,33	8,60	67,25	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,52	6,00	97,50	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,88	6,30	78,98	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,77	6,25	79,21	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,41	6,00	97,90	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,55	6,20	80,11	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,47	6,18	80,23	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	4	1.ª	1,90	9,94	88,15	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,10	10,30	60,32	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,05	10,15	61,25	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,25	5,48	97,59	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,55	6,12	79,85	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,47	6,22	79,05	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,42	4,70	95,90	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,22	6,45	80,25	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,37	6,75	80,58	SO	Céu limpo	---	Favoráveis

ANEXO III. CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO



PORTUGUESE ACCREDITATION INSTITUTE
Rua António Gálvão, 2-5º 2829-513 CAPARICA Portugal
Tel +351.212 948 201 Fax +351.212 948 202
acredita@ipac.pt www.ipac.pt

Anexo Técnico de Acreditação Nº L0373-1

Accreditation Annex nr.

A entidade a seguir indicada está acreditada como **Laboratório de Ensaios**,
segundo a norma **NP EN ISO/IEC 17025:2005**

XZ Consultores, S.A.

Endereço Rua da Cruz, 3ª, Loja J, Celeirós
Address 4705-406 Braga

Contacto Raquel Ribeiro
Contact

Telefone 253261670
Fax 253257008
E-mail raquel.ribeiro@xzconsultores.pt
Internet http://www.xzconsultores.pt

Resumo do Âmbito Acreditado

Acústica e Vibrações

Accreditation Scope Summary

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.

A validade deste Anexo Técnico pode ser comprovada em
<http://www.ipac.pt/docsig/?0J0M-50DX-MZ87-U48J>

The validity of this Technical Annex can be checked in the website on the left.

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

O IPAC é signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC

IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA

O presente Anexo Técnico está sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, podendo a sua actualização ser consultada em www.ipac.pt.

This Annex can be modified, temporarily suspended and eventually withdrawn, and its status can be checked at www.ipac.pt.

Edição n.º 15 • Emitido em 2017-08-02 • Página 1 de 3

Anexo Técnico de Acreditação Nº L0373-1

Accreditation Annex nr.

XZ Consultores, S.A.

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 a sons de percussão de pavimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência, em compartimentos de volume inferior a 25m³	NP EN ISO 16283-2:2016 NP EN ISO 717-2:2013	1
2	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro. Método global com altifalante, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
3	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³	NP EN ISO 16283-1:2014 NP EN ISO 717-1:2013	1
4	Acústica de Edifícios	Medição do tempo de reverberação Método da fonte interrompida (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
5	Acústica de Edifícios	Medição dos níveis de pressão sonora de equipamentos de edifícios. Determinação do nível sonoro do ruído particular	NP EN ISO 16032:2009 Nota 4 do Documento LNEC, 10 de julho 2015	1
6	Ruído ambiente	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 PO 43.12	1
7	Ruído ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007 PO 62.11	1
8	Ruído laboral	Avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho	Decreto-Lei nº182/2006 PO 44.05	1
9	Vibrações no corpo humano	Avaliação da exposição de trabalhadores às vibrações no corpo inteiro. Método básico	Decreto-Lei nº 46/06 NP ISO 2631-1:2007	1
10	Vibrações no corpo humano	Avaliação de exposição de vibrações transmitidas ao sistema mão-braço	Decreto-Lei nº 46/06 NP ISO 5349-1:2009 NP EN ISO 5349-2:2014	1
FIM END				

Anexo Técnico de Acreditação N° L0373-1

Accreditation Annex nr.

XZ Consultores, S.A.

N° <i>Nr</i>	Produto <i>Product</i>	Ensaio <i>Test</i>	Método de Ensaio <i>Test Method</i>	Categoria <i>Category</i>
Notas: <i>Notes:</i>				

- A acreditação para uma dada norma internacional abrange a acreditação para as correspondentes normas regionais adoptadas 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...)
- "PO xx" indica procedimento interno do laboratório



Documento assinado
eletronicamente por:
Leopoldo Cortez
Presidente



Avaliação do Ruído Ambiente

Medição de níveis de pressão sonora:

*Determinação do nível sonoro médio
de longa duração*

Critério de incomodidade

Relatório de Ensaios

**TMG - Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos
para a Indústria Automóvel, S.A.**

Unidade Industrial

**Rua Comendador Manuel Gonçalves, 254, 4770-578 S. Cosme do
Vale, Vila Nova de Famalicão**

Data de emissão do relatório: 25 de novembro de 2019

Nº total de páginas: 16

RA.414.19

1. OBJETIVOS DO ENSAIO

Os ensaios realizados têm por objetivo a verificação do cumprimento do Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro), nomeadamente do critério de incomodidade e do critério de exposição máxima.

2. REFERÊNCIAS

- Anexo I do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro - Regulamento Geral do Ruído;
- NP ISO 1996-1:2011 - Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação;
- NP ISO 1996-2:2011 - Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente;
- PO 43.12 - Medição dos Níveis de Pressão Sonora - Determinação do Nível Sonoro Médio de Longa Duração;
- PO 62.11 - Medição dos Níveis de Pressão Sonora - Critério de Incomodidade.

3. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

Requerente	TMG - Tecidos Plastificados e Outros Revestimentos para a Indústria Automóvel, S.A. Rua Comendador Manuel Gonçalves, 254, 4770-578 S. Cosme do Vale, Vila Nova de Famalicão
Atividade em Estudo	O mesmo do requerente
Data do Ensaio	1.ª Campanha - Ruído residual: 22 de dezembro de 2017; Ruído Ambiental: 25 de setembro de 2019 2.ª Campanha - Ruído residual: 08 de janeiro de 2018; Ruído Ambiental: 09 de outubro de 2019 Os dias amostrados foram selecionados pela empresa requerente em colaboração com o técnico do XZLab - Laboratório de Ensaios da XZ Consultores, S.A., sendo considerados representativos do normal funcionamento da atividade mencionada no presente relatório. Os períodos de amostragem fundamentaram-se na informação disponibilizada pelo requerente da atividade em estudo, que nos permitiu estabelecer o tempo mínimo de amostragem. Dada a informação prestada demonstrar a elevada constância das fontes de ruído observadas e pela observação em campo, pelo técnico de ensaio, destas mesmas condições, concluiu-se serem suficientes os tempos de amostragem dada a homogeneidade das condições do local. Os pontos de medição escolhidos foram os mais próximos possíveis dos recetores sensíveis mais próximos da atividade em avaliação.
Horário de Laboração da Atividade	24 horas/dia
Condições de Funcionamento da(s) Fonte(s) em Avaliação	A unidade industrial encontrava-se em funcionamento
Posições do Microfone	Altura acima do solo (incluindo piso de interesse): 1,5 m Distâncias a superfícies refletoras: >3,5 m Distâncias a obstáculos: >2 m
Técnicos de Ensaios	Luís Ferreira / João Fernandes

Local das Medições



Ponto 1 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 25 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 4 m

Tipo de solo: poroso

Ponto 2 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 115 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 4 m

Tipo de solo: refletor

Ponto 3 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 55 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 20 m

Tipo de solo: refletor

Ponto 4 - Habitação

Distância do ponto de medição à atividade: 80 m

Distância do ponto de medição ao recetor: 20 m

Tipo de solo: poroso

Fontes de Ruído Audíveis Durante a Realização do Ensaio

• Ponto 1 - Período Diurno

Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Ruído diverso de indústria vizinha; Tráfego rodoviário distante; Animais (Pássaros, insetos, cães).

• Ponto 1 - Período Entardecer

Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Ruído diverso de indústria vizinha; Tráfego rodoviário distante; Animais (Insetos, cães).

• Ponto 1 - Período Noturno

Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Ruído diverso de indústria vizinha; Tráfego rodoviário distante; Animais (Insetos, cães).

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (pássaros, cães), motosserra (ao longe), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), sinos de igreja, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

• Ponto 2 - Período Diurno

Ruído Ambiental: Tráfego rodoviário; Tráfego pedonal; Ruído diverso de indústria vizinha; Animais (Pássaros, cães).

• Ponto 2 - Período Entardecer

Ruído Ambiental: Tráfego rodoviário; Tráfego pedonal; Ruído diverso de indústria vizinha; Animais (Cães).

• Ponto 2 - Período Noturno

Ruído Ambiental: Tráfego rodoviário; Tráfego pedonal; Ruído diverso de indústria vizinha; Animais (Cães).

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, tráfego pedonal, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Ruído Residual: Tráfego rodoviário, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.

Fontes de Ruído Audíveis Durante a Realização do Ensaio	Ponto 3 - Período Diurno Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Tráfego rodoviário distante; Animais (Pássaros, cães). Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), sinos de igreja, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 3 - Período Entardecer Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Tráfego rodoviário distante; Animais (Insetos, cães). Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 3 - Período Noturno Ruído Ambiental: Ruído de equipamentos de extração da TMG; Tráfego rodoviário distante; Animais (Insetos, cães). Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 4 - Período Diurno Ruído Ambiental: Ruído da fábrica vizinha (câmaras frigoríficas; Ruído de equipamentos de extração da TMG; Tráfego rodoviário distante; Animais (Pássaros, insetos, cães). Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), sinos de igreja, ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 4 - Período Entardecer Ruído Ambiental: Ruído da fábrica vizinha (câmaras frigoríficas; Ruído de equipamentos de extração da TMG; Tráfego rodoviário distante; Animais (Insetos, cães). Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
	Ponto 4 - Período Noturno Ruído Ambiental: Ruído da fábrica vizinha (câmaras frigoríficas; Ruído de equipamentos de extração da TMG; Tráfego rodoviário distante; Animais (Insetos, cães). Ruído Residual: Tráfego rodoviário, animais (cães), ruído proveniente de outras fábricas nas imediações.
Contagem de Passagens de Veículos	Não se verificou a passagem de veículos pelos pontos 1, 3 e 4. Ponto 2: aproximadamente 6 veículos ligeiros por minuto no período diurno, 1 veículo ligeiro por minuto no período entardecer e 3 veículos ligeiros por 15min no período noturno
Condições Meteorológicas	Anexo II
Desvios às Normas, Justificações e Consequências	Não aplicável
Outras Observações	Nada a registar

4. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

EQUIPAMENTO	MARCA	MODELO	CLASSE	N.º SÉRIE
Sonómetro	Brüel & Kjaer	2250	Classe de Precisão 1	3009195
Microfone	Brüel & Kjaer	4189	Classe de Precisão 1	3036584
Calibrador	Brüel & Kjaer	4231	Classe de Precisão 1	2416114
Sonómetro	Brüel & Kjaer	2250	Classe de Precisão 1	2590533
Microfone	Brüel & Kjaer	4189	Classe de Precisão 1	2887399
Calibrador	Brüel & Kjaer	4231	Classe de Precisão 1	2594530
Sensor de velocidade do ar omnidirecional	Delta Ohm	AP3203	---	18034589
Sensor de temperatura e humidade relativa	Delta Ohm	3217R	---	18032582

O equipamento de medição encontra-se homologado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ).

5. RESULTADOS DO ENSAIO

5.1. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE AVALIAÇÃO - L_{AR}

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA DE MEDIÇÃO	SOM TOTAL (RÚIDO AMBIENTAL)		SOM RESIDUAL (RÚIDO RESIDUAL)		K ₁ ¹	Tonal	K ₂ ²	L _{AR,T} dB(A)
			L _{Aeq} dB(A)	L _{Aleq} dB(A)	L _{Aeq} dB(A)	L _{Aleq} dB(A)				
DIURNO	1	1 ^a	47,4	50,5	51,5	53,3	0	n.a.	0	47,4
		2 ^a	47,0	48,7	54,2	59,4	0	n.a.	0	47,0
			47,7	49,1	51,3	55,5	0	n.a.	0	47,7
ENTARDECER		1 ^a	41,5	46,2	47,8	54,1	0	n.a.	0	41,5
		2 ^a	41,4	43,5	44,1	45,9	0	n.a.	0	41,4
			41,2	42,8	44,5	48,6	0	n.a.	0	41,2
NOTURNO		1 ^a	40,4	42,4	48,9	52,9	0	n.a.	0	40,4
		2 ^a	38,1	39,1	43,2	50,6	0	n.a.	0	38,1
			37,9	40,4	44,1	52,4	0	n.a.	0	37,9
DIURNO	2	1 ^a	57,8	59,9	63,4	65,8	0	n.a.	0	57,8
		2 ^a	58,4	60,9	63,5	66,9	0	n.a.	0	58,4
			59,1	62,9	61,7	65,7	0	n.a.	0	59,1
ENTARDECER		1 ^a	49,4	52,3	60,6	62,6	0	n.a.	0	49,4
		2 ^a	51,2	54,9	59,9	61,9	0	n.a.	0	51,2
			50,6	61,6	60,5	62,0	0	n.a.	0	53,6
NOTURNO		1 ^a	45,3	47,5	54,5	57,1	0	n.a.	0	45,3
		2 ^a	44,2	45,8	55,4	57,5	0	n.a.	0	44,2
			43,6	44,3	52,5	55,3	0	n.a.	0	43,6
DIURNO	3	1 ^a	52,5	54,3	50,2	51,6	0	n.a.	0	52,5
			52,2	53,7			0	n.a.	0	52,2
		2 ^a	53,3	55,0	51,9	56,8	0	n.a.	0	53,3
					52,0	58,1				
ENTARDECER		1 ^a	52,8	53,5	46,2	48,3	0	n.a.	0	52,8
			52,4	53,2			0	n.a.	0	52,4
		2 ^a	53,6	54,3	48,3	50,1	0	n.a.	0	53,6
					47,7	50,0				
NOTURNO		1 ^a	52,0	52,7	46,5	49,0	0	n.a.	0	52,0
			52,1	52,9	0,0	0,0	0	n.a.	0	52,1
		2 ^a	51,8	52,7	47,6	51,3	0	n.a.	0	51,8
					47,7	50,2				

¹ K_1 - correção tonal de acordo com o n.º 1 do Anexo I do DL 9/2007

² K_2 - correção impulsiva de acordo com o n.º 1 do Anexo I do DL 9/2007

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA DE MEDIÇÃO	SOM TOTAL (Ruído Ambiental)		SOM RESIDUAL (Ruído Residual)		K_1^1	Tonal	K_2^2	$L_{AR,T}$ dB(A)
			L_{Aeq} dB(A)	L_{A1eq} dB(A)	L_{Aeq} dB(A)	L_{A1eq} dB(A)				
DIURNO	4	1ª	46,9	50,1	50,3	52,5	0	n.a.	0	46,9
		2ª	48,3	51,0	54,7	60,4	0	n.a.	0	48,3
			48,9	50,5	54,7	59,8	0	n.a.	0	48,9
ENTARDECER		1ª	43,8	46,0	48,3	54,5	0	n.a.	0	43,8
		2ª	42,9	45,0	42,3	47,8	0	n.a.	0	42,9
			42,8	44,8	45,8	51,1	3	100Hz	0	45,8
NOTURNO		1ª	40,7	43,0	42,7	47,2	0	n.a.	0	40,7
		2ª	39,1	41,7	42,6	48,9	0	n.a.	0	39,1
			39,1	39,9	44,0	50,2	0	n.a.	0	39,1

5.2. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DE LONGA DURAÇÃO

PONTO	PERÍODO DIURNO	PERÍODO ENTARDECER	PERÍODO NOTURNO
	L_d dB(A)	L_e dB(A)	L_n dB(A)
1	47,4	41,3	39,0
2	57,4	49,9	44,4
3	52,7	52,9	51,9
4	47,1	42,7	39,7

L_d - Indicador de Ruído Diurno; L_e - Indicador de Ruído Entardecer; L_n - Indicador de Ruído Noturno

6. CONCLUSÕES

6.1. CRITÉRIO DE INCOMODIDADE

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	L_{Ar} (r.a. ³) dB(A)	L_{Aeq} (r.r. ⁴) dB(A)	L_{Ar} (r.a. ³) - L_{Aeq} (r.r. ⁴) dB(A)	VALOR LIMITE ⁵ + D^6 dB(A)	CONFORMIDADE ⁷
DIURNO	1	47,4	52,6	-5	5	CONFORME
ENTARDECER		41,3	45,8	-4	4	CONFORME
NOTURNO		39,0	46,2	-7	3	CONFORME
DIURNO	2	58,4	63,0	-5	5	CONFORME
ENTARDECER		51,7	60,3	-9	4	CONFORME
NOTURNO		44,4	54,3	-10	3	CONFORME

³ Ruído ambiente

⁴ Ruído residual

⁵ Valor limite de acordo com a alínea b) do n.º 1 do artigo 13º do DL 9/2007

⁶ Valor corretivo D obtido em função da duração de ocorrência do ruído particular de acordo com o n.º 2 do Anexo I do DL 9/2007

⁷ Verificação da conformidade legal de acordo com a alínea b) do n.º 1 do artigo 13º do DL 9/2007

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	L_{Ar} (r.a. ⁸) dB(A)	L_{Aeq} (r.r. ⁹) dB(A)	L_{Ar} (r.a. ³) - L_{Aeq} (r.r. ⁴) dB(A)	VALOR LIMITE ¹⁰ + D ¹¹ dB(A)	CONFORMIDADE ¹²
DIURNO	3	52,7	51,4	1	5	CONFORME
ENTARDECER		52,9	47,5	5	4	NÃO CONFORME
NOTURNO		51,9	47,3	5	3	NÃO CONFORME
DIURNO	4	48,1	53,6	-6	5	CONFORME
ENTARDECER		44,3	46,1	-2	4	CONFORME
NOTURNO		39,7	43,1	-3	3	CONFORME

6.2. CRITÉRIO DE EXPOSIÇÃO MÁXIMA

INDICADOR	VALOR LIMITE ¹³ - ZONAS MISTAS ¹⁴	VALOR OBTIDO							
		PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
L_{den}	65 dB(A)	48 dB(A)	CUMPRE	56 dB(A)	CUMPRE	58 dB(A)	CUMPRE	48 dB(A)	CUMPRE
L_n	55 dB(A)	39 dB(A)	CUMPRE	44 dB(A)	CUMPRE	52 dB(A)	CUMPRE	40 dB(A)	CUMPRE

L_{den} - Indicador de Ruído Diurno-Entardecer-Noturno; L_n - Indicador de Ruído Noturno

Assinatura



P' Direção Técnica

(Raquel Ribeiro)

Assinatura



Técnico de Ensaios

(Luís Ferreira)

xzlab@xzconsultores.pt

933 570 003

⁸ Ruído ambiente

⁹ Ruído residual

¹⁰ Valor limite de acordo com a alínea b) do n.º 1 do artigo 13º do DL 9/2007

¹¹ Valor corretivo D obtido em função da duração de ocorrência do ruído particular de acordo com o n.º 2 do Anexo I do DL 9/2007

¹² Verificação da conformidade legal de acordo com a alínea b) do n.º 1 do artigo 13º do DL 9/2007

¹³ Valor limite de acordo com os n.º 1, 2 e 3 do artigo 11º do DL 9/2007

¹⁴ De acordo com o Plano Diretor Municipal de 2015 do município de Vila Nova de Famalicão, os recetores sensíveis estão inseridos numa zona mista

ANEXO I. DADOS DO SONÓMETRO

PONTO 1

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} 50Hz [dB]	L _{Aeq} 63Hz [dB]	L _{Aeq} 80Hz [dB]	L _{Aeq} 100Hz [dB]	L _{Aeq} 125Hz [dB]	L _{Aeq} 160Hz [dB]	L _{Aeq} 200Hz [dB]	L _{Aeq} 250Hz [dB]	L _{Aeq} 315Hz [dB]	L _{Aeq} 400Hz [dB]	L _{Aeq} 500Hz [dB]	L _{Aeq} 630Hz [dB]	L _{Aeq} 800Hz [dB]	L _{Aeq} 1kHz [dB]	L _{Aeq} 1,25kHz [dB]	L _{Aeq} 1,6kHz [dB]	L _{Aeq} 2kHz [dB]	L _{Aeq} 2,5kHz [dB]	L _{Aeq} 3,15kHz [dB]	L _{Aeq} 4kHz [dB]	L _{Aeq} 5kHz [dB]	L _{Aeq} 6,3kHz [dB]	L _{Aeq} 8kHz [dB]	L _{Aeq} 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	18:30:17	18:46:18	47,39	50,52	23,58	24,13	26,77	26,14	29,59	30,69	29,66	33,13	34,18	37,71	37,37	39,65	39,59	37,47	35,23	34,89	31	29,92	29,55	27,26	24,5	23,63	20,1	16,26
	2ª	1	09-10-2019	17:10:11	17:25:25	46,99	48,7	26,48	25,03	26,46	28,8	32,6	36,18	35,48	32,32	33,57	35,03	35,81	38,24	38,02	36,61	35,03	34,2	31,61	29,77	28,85	26,91	24,79	23,29	19,87	16,89
		2	09-10-2019	17:25:35	17:41:29	47,65	49,05	24,43	26,06	30,12	28,67	30,5	29,24	30,88	33	34,86	36,05	37,81	39,26	39,79	38,33	36,14	35,04	32,81	31,02	30,15	28,11	25,67	23,88	20,22	16,61
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	17:35:16	17:50:25	51,48	53,29	22,8	27,85	25,4	30,87	30,19	29,06	33,45	34,84	38,69	39,64	39,65	40,5	42,01	43,21	43,51	41,96	38,99	38,91	35,23	29,13	26,07	23,1	18,54	15,59
	2ª	1	08-01-2018	16:18:00	16:33:07	54,23	59,37	17,45	21,33	23,94	32,63	35,18	32,02	39,11	40,98	43,5	46,51	47,86	45,06	41,01	40,68	40,39	40,21	38,48	39,03	37,2	36,84	34,53	33,37	31,15	26,86
		2	08-01-2018	16:33:19	16:48:20	51,3	55,46	18,48	21,51	23,18	29,28	31,37	28,17	35,06	36,54	40,23	43,42	45,24	41,88	39,2	39,04	38,74	37,87	34,83	34,11	34,21	33,41	31,34	29,81	27,57	22,49
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	21:11:33	21:28:02	41,49	46,22	20,92	20,07	22,42	24,13	26,88	23,97	24,67	27,35	28,32	27,33	31,05	33,42	33,47	32,44	30,86	29,69	26,48	23,79	20,48	18,37	16,53	15,58	12,81	10,78
	2ª	1	09-10-2019	21:07:06	21:22:30	41,36	43,49	11,03	6,41	10,04	9,54	6,74	9,86	14,16	14,02	16,46	18,86	24,09	26,57	31,85	35,62	35,34	32,98	28,87	28,43	23,59	23,54	21,66	16,92	12,79	9,59
		2	09-10-2019	21:23:11	21:38:18	41,17	42,76	11,56	5,65	6,33	8,84	5,53	8,6	13,55	13,82	16,97	19,45	26,12	27,9	30,74	34,62	35,04	33,94	29,42	27,56	25,27	20,32	20,66	15,88	12,57	8,35
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	21:55:10	22:13:00	47,84	54,12	16,68	18,22	20,2	20,13	22,15	24,35	27,79	31,44	38,59	38,34	37,11	39,67	40	38,93	37,07	35,09	32,43	28,38	26,04	24,04	21,81	20,72	17,73	13,89
	2ª	1	08-01-2018	21:29:39	21:44:40	44,06	45,89	16,03	19,48	20,9	21,9	21,19	21,93	24,83	28,46	32,67	32,95	32,69	34,2	35,71	35,85	34,93	33,68	31,62	27,42	24,39	20,66	18,23	16,8	14,7	11,89
		2	08-01-2018	21:44:45	21:59:46	44,48	48,58	15,76	18,79	20,16	21,55	19,75	21,08	25,02	28,35	32,69	33,3	33,93	36,15	36,11	36,23	35,9	32,76	30,92	26,24	22,74	18,53	15,53	13,39	12,12	10,15
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	26-09-2019	23:59:19	00:14:21	40,44	42,43	13,95	13,38	13,79	19,73	21,02	22,61	22,15	25,49	27,36	25,92	28,51	33,69	32,87	32,67	29,74	29,19	24,21	20,69	16,93	15,56	15,47	14,43	12,17	8,09
	2ª	1	10-10-2019	00:52:16	01:08:17	38,08	39,13	5,84	0,82	1,28	4,61	1,12	2,16	5,25	6,95	8,23	10,82	16,1	22,14	29,1	32,84	31,65	29,05	26,6	25,8	18,01	20,24	21,16	15,1	9,93	7,13
		2	10-10-2019	01:08:31	01:24:29	37,93	40,38	5,83	-5,85	-1,91	3,94	0,75	1,07	4,4	5,48	6,73	9,69	15,75	22,11	29,15	32,83	31,45	28,79	26,34	25,77	17,37	19,22	20,23	13,7	8,28	6,4
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	23:51:32	00:06:33	48,9	52,88	14,51	15,26	16,89	19,7	20,58	23,8	26,11	31,08	37,96	38,55	39,67	40,03	41,11	41,19	39,03	37,27	33,38	29,03	25,36	21,49	19,12	18,09	15,6	12,65
	2ª	1	08-01-2018	23:35:06	23:50:21	43,15	50,61	13	15,04	16,84	18,38	17,43	19,77	21,09	25,23	28,34	30,33	33,9	35,26	37,26	32,94	30,91	31,46	31,8	26,32	22,87	21,42	20,6	18,78	16,69	14,18
		2	08-01-2018	23:50:25	00:05:26	44,08	52,38	11,9	13,9	16,15	19,11	21,08	25,82	29,07	32,6	33,6	32,63	33,12	32,56	32,87	32,27	31,63	33,18	33,56	34,43	29,93	28,61	25,78	17,94	16,34	15,91

PONTO 2

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25kHz [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	19:22:36	19:41:02	57,76	59,91	29,31	31,73	36,42	39,13	38,55	40	41,82	43,3	44,1	44,06	46,65	49,02	51,62	50,17	46,94	44,1	41,27	38,85	35,58	32,94	29,62	27,31	24,17	21,1
	2ª	1	09-10-2019	18:34:30	18:54:10	58,43	60,89	35,98	39,65	40,12	40,21	40,24	41,14	41,61	42,66	45,01	46,26	48,5	49,84	50,29	49,32	47,2	46,37	44,81	42,52	40,29	38,39	36,62	34,15	31,8	27,47
		2	09-10-2019	18:54:32	19:10:15	59,05	62,91	35,2	37,71	39,85	41	43,02	43,12	44,15	45,1	45,89	46,18	47,63	51,24	52,22	50,28	47,47	44,43	42,84	40,72	37,9	35,94	34,35	30,2	26,38	23
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	18:37:51	18:52:52	63,44	65,84	36,66	40,11	40,14	42,2	43,93	45,83	46,5	47,6	48,77	50,17	52,26	53,96	55,56	55,3	53,94	52,58	50,89	48,18	46,94	43,08	41,13	37,66	35,8	31,54
	2ª	1	08-01-2018	15:42:11	15:58:09	63,47	66,91	38,51	36,06	39,54	40,72	43,64	44,3	44,88	48,97	50,16	52,44	54,98	54,53	54,16	53,96	52,84	51,57	51,38	48,2	46,03	45,06	42,18	40,08	37,92	33,71
		2	08-01-2018	15:58:32	16:13:33	61,73	65,68	35,18	33,8	37,02	38,87	41,56	40,5	43,3	47,05	47,84	52,35	54,09	52,66	52,07	51,16	50,05	50,03	47,61	46	46,14	44,38	43,04	41,3	37,66	32,94
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	22:03:43	22:20:14	49,35	52,31	29,84	28,38	31,63	33,75	34,7	34,43	36,41	37,15	38,01	38,35	38,43	39,19	40,03	39,24	37,05	35,88	35,14	33,19	30,5	29,31	27,95	26,71	24	18,29
	2ª	1	09-10-2019	20:02:08	20:17:51	51,15	54,87	34	38,81	34,49	32,69	33,7	27,76	32,06	36,74	37,44	41,4	40,1	42,11	43,44	40,65	39,39	36,44	36,1	34,26	33,54	30,89	28,93	27,76	24,86	22,46
		2	09-10-2019	20:18:13	20:34:10	50,57	61,58	32,18	34,33	31,07	29,11	28,11	26,05	32,11	36,45	38,11	40,01	42,58	40,64	41,25	41,42	40,22	38,19	35,43	33,73	31,06	29,2	27,39	25,61	23,12	21,05
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	21:31:40	21:47:14	60,64	62,6	31,26	32,74	35,86	36,88	37,62	39,33	40,4	45,12	45,52	46,29	48,78	51,34	53,91	54,31	51,43	48,75	45,9	42,11	38,72	36,27	34,69	30,49	26,68	22,49
	2ª	1	08-01-2018	21:46:18	22:01:21	59,87	61,86	31,9	30,7	34,9	36,43	38,12	39,21	41,69	43,56	45,79	45,8	47,99	50,9	53,04	53,07	50,4	47,55	44,48	42,69	41,43	39,09	36,33	34,33	32,35	29,51
		2	08-01-2018	22:01:29	22:16:30	60,47	61,97	31,2	31,99	34,65	37,36	38,31	40,19	41,17	44,17	44,88	45,74	48,3	51,42	53,88	54,02	51,29	48,65	45,66	42,55	39,85	36,22	32,77	30,25	27,63	24,57
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	23:39:03	23:56:38	45,26	47,48	27,65	25,31	30,72	32,36	34,34	31,27	30,56	35,42	35,36	36,07	33,55	34,56	32,24	32,31	30,88	29,57	28,04	29,21	25,22	24,6	23,39	23,08	20,64	14,84
	2ª	1	09-10-2019	23:41:53	23:58:21	44,21	45,8	7,54	-0,81	1,94	5,1	5,01	9,26	10,32	14,62	16,87	18,5	23,34	28,81	35,25	38,86	37,61	35,27	33,49	32,53	24,01	24,18	25,81	20,43	14,15	11,76
		2	09-10-2019	23:58:45	00:15:24	43,57	44,25	5,89	-4,13	0,05	2,69	1,94	3,95	6,55	9,64	10,95	14,87	21,23	27,83	34,67	38,36	37,05	34,67	32,78	31,84	22,52	23,18	24,91	18,71	11,33	7,6
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	23-12-2017	00:12:01	00:27:02	54,52	57,05	28,11	25,62	27,9	30,65	34,29	34,7	37,28	40,66	38,84	41,21	43,07	46,26	48,06	47,31	44,48	41,56	38,52	35,12	33,16	30,25	27,63	25,43	22,79	17,33
	2ª	1	08-01-2018	23:43:01	23:58:02	55,43	57,52	25,1	24,52	30,04	32,34	32,73	38,65	35,85	38,38	40,39	40,88	42,69	46,71	48,59	49,08	46,54	43,23	40,04	36,62	33,46	29,75	27,38	23,89	20,96	17,99
		2	08-01-2018	23:58:13	00:13:14	52,51	55,28	24,12	23,22	27,61	30,46	30,59	33,5	34,72	37,07	38,54	38,88	41	43,74	45,51	45,64	42,68	40,02	37,23	33,95	31,64	31,23	32,4	27,4	25,07	22,3

PONTO 3

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25kHz [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	17:43:56	17:59:32	52,51	54,28	22,46	21,19	29,24	36,53	40,36	34,68	35,28	39,72	39,38	41,34	44,42	42,83	42,25	42,18	41,45	40,78	38,97	36,54	34,56	32,43	29,22	26,25	21,41	14,24
		2	25-09-2019	17:59:49	18:14:52	52,15	53,66	23,09	21,64	28,09	36,52	41,47	34,76	34,38	39,78	38,75	41,06	43,88	41,72	41,85	41,89	40,89	40,58	38,21	35,77	34,21	32,23	29,13	26,12	22,42	15,89
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	09-10-2019	16:44:16	17:00:41	53,33	55,01	24,73	25,99	29,4	35,5	42,67	40,36	38,58	41,56	40,28	42,02	44,74	42,45	42,71	42,56	43,01	40,24	38,94	37,23	34,81	33,24	29,64	25,7	21,71	16,13
		2	22-12-2017	18:09:12	18:24:13	50,18	51,58	23,3	29,32	29,74	27,97	28,47	31,41	33,1	35,76	37,76	39,49	40,65	41,29	41,7	41,26	39,94	38,75	36,83	33,82	29,89	25,58	21,32	17,64	13,82	10,65
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	08-01-2018	17:40:36	17:55:37	51,85	56,75	21,53	25,88	24,62	27,49	29,15	31,35	33,01	35,45	38,24	40,22	41,51	44,97	45,67	41,49	39,86	38,85	37,17	34,42	33,87	30,73	29,33	27,77	22,74	17,97
		2	08-01-2018	17:55:47	18:10:48	52,03	58,12	22	26,6	25,31	27,63	29,13	31,56	34,04	35,91	37,9	39,63	40,73	46,04	46,38	41,54	39,64	38,08	36,05	33,09	31,52	28,89	26,09	22,34	20,97	17,15
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	25-09-2019	22:32:30	22:48:26	52,78	53,5	23,64	23,21	22,79	31,93	42,28	37,96	36,98	38,56	40,76	41,24	44,37	42,23	42,18	42,05	41,51	41,09	39,68	37,94	34,59	33,96	31,65	29,13	26,96	19,2
		2	25-09-2019	22:48:46	23:03:47	52,4	53,19	23,2	22,98	22,43	31,8	42,06	37,4	36,21	38,2	39,99	40,51	44,59	42,05	41,58	41,74	41,4	40,32	38,88	36,96	34,84	34,11	30,95	28,1	25,88	17,51
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	09-10-2019	20:42:30	20:57:40	53,57	54,31	21,84	20,45	29,29	37,05	40,85	35,24	38	44,16	39,63	42,1	43,85	43,56	44,34	43,68	41,56	40,67	39,37	38,36	36,73	34,17	29,85	25,66	22,23	15,04
		2	22-12-2017	22:47:38	23:00:00	46,24	48,28	14,49	17,93	21,37	23,59	25,34	28,2	30,19	33,23	35,67	36,13	36,59	36,9	37,54	37,56	35,39	34,15	31,04	28,07	26,16	23,88	22,1	19,24	16,77	12,44
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	08-01-2018	22:24:22	22:39:23	48,33	50,06	14,25	14,79	16,71	24,27	26,86	31,06	32,76	35,11	37,08	39,04	40,1	40,25	39,38	38,15	36,68	34,61	32,17	30,59	28,87	26,53	23,08	19,34	18,17	14,79
		2	08-01-2018	22:39:32	22:55:14	47,68	50,02	14,12	13,79	15,99	24,17	26,4	28,67	31,02	34,58	36,24	38,03	39,28	39,7	38,94	37,53	35,89	34,51	32,13	30,67	29,15	26,73	24,03	21,24	19,12	15,03
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	25-09-2019	23:04:19	23:21:37	51,95	52,72	23,11	22,62	22,19	31,69	41,28	37,35	35,98	38,87	40,1	40,46	45,11	41,4	41,46	40,66	39,56	38,84	37,45	35,24	33,25	32,62	30,21	27,67	25,8	17,85
		2	25-09-2019	23:22:08	23:37:10	52,1	52,9	23,1	22,9	22,5	31,7	41,2	38,2	36,8	38,8	40,0	40,7	44,5	41,3	41,6	40,8	39,4	39,9	37,9	36,6	35,6	35,0	32,0	29,4	26,5	17,9
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	10-10-2019	00:25:01	00:40:17	51,79	52,74	7,11	7,36	7,79	6,71	9,71	12,1	15,59	14,37	18,54	23,62	30,21	36,27	42,81	46,29	45,26	42,93	40,93	40,68	32,25	33,42	34,63	25,92	15,89	8,38
		2	22-12-2017	23:00:13	23:15:14	46,48	49,02	14,33	18,12	17,96	21,99	25,13	28,58	30,36	34,09	36,65	36,74	37,25	36,86	37,46	37,29	34,9	33,99	31,57	29,52	27,04	24,4	22,48	20,87	17,69	12,02
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	2ª	1	08-01-2018	23:00:57	23:16:32	47,63	51,32	14,32	14,27	15,74	23,06	25,56	28,6	30,25	33,53	35,36	37,76	39,2	39,37	39,01	37,77	36,39	34,4	31,81	30,87	30,48	30,1	27,31	22,38	22,4	20,12
		2	08-01-2018	23:16:42	23:32:38	47,68	50,24	13,27	13,76	16,29	22,46	25,25	28,93	29,72	33,41	35,97	38,32	39,92	39,57	38,7	37,79	36,25	34,33	31,97	30,51	28,92	26,47	23,2	19,18	18,78	15,92

PONTO 4

Período	Campanha	Medição	Data	Start time	End time	LAeq [dB]	LAeq [dB]	LAeq 50Hz [dB]	LAeq 63Hz [dB]	LAeq 80Hz [dB]	LAeq 100Hz [dB]	LAeq 125Hz [dB]	LAeq 160Hz [dB]	LAeq 200Hz [dB]	LAeq 250Hz [dB]	LAeq 315Hz [dB]	LAeq 400Hz [dB]	LAeq 500Hz [dB]	LAeq 630Hz [dB]	LAeq 800Hz [dB]	LAeq 1kHz [dB]	LAeq 1,25kHz [dB]	LAeq 1,6kHz [dB]	LAeq 2kHz [dB]	LAeq 2,5kHz [dB]	LAeq 3,15kHz [dB]	LAeq 4kHz [dB]	LAeq 5kHz [dB]	LAeq 6,3kHz [dB]	LAeq 8kHz [dB]	LAeq 10kHz [dB]
Diurno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	18:56:28	19:13:21	46,93	50,12	21,49	25,93	27,79	28,13	34,01	31,33	33,99	31,38	30,51	32,87	36,18	38,03	38,26	37,12	36,57	35,96	33,91	32,16	30,14	26,41	23,1	20,92	17,49	12,66
	2ª	1	09-10-2019	17:50:49	18:08:22	48,3	50,95	24,5	27,97	29,45	30,47	33,39	31,27	31,12	28,32	28,05	32,37	38,31	40,19	38,63	39,91	37,94	37,86	35,54	33,74	32,2	30,51	28,97	27,05	24,43	20,89
		2	09-10-2019	18:08:41	18:28:14	48,86	50,49	24,02	23,91	26,94	30,97	33,86	30,19	32,18	32,17	30,15	33,14	37,78	40,79	41,39	40,42	39,26	37,86	35,25	32,95	30,71	28,6	25,73	22,59	19,12	15,37
Diurno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	17:04:55	17:19:59	50,29	52,53	22,59	28,05	27,3	26,98	29,49	30,94	31,83	36,91	37,42	37,99	39,74	39,94	40,37	41,61	41,26	40,57	39,02	35,17	31,95	31,01	29,94	27,34	21,86	17,7
	2ª	1	08-01-2018	17:00:08	17:15:09	54,65	60,42	20,03	24,18	25,47	32,35	34,33	31,95	37,27	39,71	40,68	44,35	45,58	45,67	46,48	45,18	44,35	42,32	40,63	39,06	37,75	36,39	34,81	32,33	29,9	24,91
		2	08-01-2018	17:15:20	17:30:22	54,69	59,83	21,08	24,59	25,48	33,56	36,17	34,81	39,81	42,26	42,4	46,13	47,26	45,14	43,5	42,41	43,54	42,23	39,52	38,62	37,88	37,68	35,76	33,06	30,99	26,9
Entardecer Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	25-09-2019	21:39:07	21:55:50	43,75	46,02	19,52	25,93	25,68	25,17	32,89	29,03	32,86	27,56	27,9	30,07	33,67	34,76	34,12	33,29	32,63	31,7	29,56	27,05	25,34	23,77	21,02	18,12	15,79	12,57
	2ª	1	09-10-2019	21:42:25	21:57:37	42,9	44,97	10,4	5,12	8,23	8,51	6,54	8,88	9,74	13,3	15,52	17,06	21,73	27,48	33,97	37,23	36,19	34,02	31,93	31,89	24,96	23,92	25,98	18,83	13,75	9,58
		2	09-10-2019	21:57:53	22:13:47	42,77	44,76	8,92	1,68	5,5	13,79	3,67	6,86	8,76	10,87	13,67	15,94	21,9	27,03	33,5	37,02	36,13	33,99	31,97	31,88	26,16	24,53	25,49	19,75	14,16	10,39
Entardecer Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	22:21:03	22:36:06	48,26	54,51	14,88	19,32	20,23	21,23	25,46	27,04	28,42	28,67	30,4	34,04	38,93	40,83	42,63	40,4	36,42	36,38	32,48	27,79	24,63	23,44	20,97	20,53	18,63	13,75
	2ª	1	08-01-2018	22:05:54	22:20:55	42,3	47,82	14,92	16,04	16,74	21,39	21,76	23,63	24,19	24,46	27,28	29,98	32,72	33,39	34,6	33,12	31,98	31,8	29,28	27,73	25,87	22,92	20,66	17,87	15,14	11,43
		2	08-01-2018	22:20:58	22:36:36	45,83	51,12	16,27	16,91	16,46	22,11	25,26	27,7	29,68	31,04	33,43	35,85	38,38	38,04	37,79	35,35	33,21	33,58	29,75	26,77	24,07	21,21	18,95	16,63	13,46	9,33
Noturno Som Total (Ruído ambiental)	1ª	1	27-09-2019	00:22:20	00:38:12	40,7	43,02	13,59	17,75	24,95	27,26	28,23	28,84	26,06	27,47	22,99	26,8	30,43	31,78	31,22	30,46	29,14	28,72	25,83	23,94	22,22	21,08	18,67	17,06	15,22	10,24
	2ª	1	09-10-2019	23:03:29	23:19:19	39,07	41,74	11,55	5,4	12,83	8,83	7,07	9,79	11,58	13,25	14,46	16,16	21,93	24,65	28,64	32,21	32,44	32,04	29,28	25,68	24,07	19,94	18,64	15,93	11,9	8,13
		2	09-10-2019	23:19:56	23:35:44	39,09	39,92	9,19	3,42	3,36	6,41	3,54	6,32	7,63	8,84	9,24	11,87	17,71	23,44	29,93	33,37	32,46	30,27	28,7	28,16	21,9	18,92	21,03	14,08	8,79	6,37
Noturno Som Residual (Ruído Residual)	1ª	1	22-12-2017	23:28:30	23:43:31	42,74	47,23	11,68	12,88	17,56	19,68	22,58	24,29	24,54	26,22	27,87	28,85	33,47	34,38	35,88	34,56	32,59	31,14	28,24	24,31	21,79	19,49	17,82	16,51	14,06	11,05
	2ª	1	08-01-2018	23:00:18	23:15:19	42,57	48,86	14,78	15,77	14,49	21,5	21,52	25,08	22,63	22,36	25,12	28,3	34,56	35,31	35,79	33,27	30,62	31,64	28,09	24,36	21,75	19,72	17,21	15,35	12,37	8,4
		2	08-01-2018	23:15:11	23:30:12	43,97	50,17	12,55	11,86	11,36	20,89	21,25	24,19	22,56	23,49	25,34	28,01	34,9	37,11	37,84	35,02	32,05	33,57	29,77	25,86	22,65	20,48	18,25	16,91	13,98	9,43

ANEXO II. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

- Condições meteorológicas obtidas durante as medições do Som Total (Ruído ambiental)

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA	VELOCIDADE DO VENTO (m/s)	TEMPERATURA (°C)	HUMIDADE RELATIVA (%)	DIREÇÃO DO VENTO	ESTADO DO CÉU	RADIAÇÃO SOLAR	CONDIÇÕES DE PROPAGAÇÃO
DIURNO	1	1.ª	1,09	17,46	78,11	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,31	18,61	70,44	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,45	18,55	70,54	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,60	15,64	89,74	SO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2.ª	0,88	16,31	71,23	SO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
			0,76	15,88	72,01	SO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,49	14,50	78,11	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,54	13,31	79,99	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,63	13,42	80,12	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	2	1.ª	1,06	17,88	78,25	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,11	18,99	71,11	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,19	18,75	71,85	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,43	15,84	90,37	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2.ª	1,09	16,41	73,24	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
			1,01	16,08	74,64	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,49	14,41	91,65	S	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,79	13,47	81,44	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,65	13,58	81,76	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	3	1.ª	1,02	17,52	77,45	SE	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,01	17,42	77,98	SE	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,32	18,11	72,21	SE	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,46	15,77	89,11	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,61	15,63	88,56	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	1,77	16,04	71,46	NO	Céu limpo	---	Muito favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,72	13,46	91,33	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,68	14,22	91,76	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,79	13,33	82,65	S	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	4	1.ª	1,31	18,11	77,11	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,22	17,83	72,37	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,19	18,21	72,19	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,82	15,50	82,66	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	0,73	16,88	73,77	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			0,79	17,38	73,49	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,58	14,51	90,77	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,79	11,88	80,44	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,62	12,36	79,82	SO	Céu limpo	---	Favoráveis

□ Condições meteorológicas obtidas durante as medições do Som Residual (Ruído residual)

PERÍODO DE REFERÊNCIA	PONTO	CAMPANHA	VELOCIDADE DO VENTO (m/s)	TEMPERATURA (°C)	HUMIDADE RELATIVA (%)	DIREÇÃO DO VENTO	ESTADO DO CÉU	RADIAÇÃO SOLAR	CONDIÇÕES DE PROPAGAÇÃO
DIURNO	1	1.ª	1,28	8,26	94,17	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,19	10,90	55,32	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,25	10,70	57,45	SO	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,32	5,33	96,38	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,81	5,90	81,26	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,59	5,86	82,33	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,83	4,60	96,90	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,89	6,51	78,65	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,45	6,55	78,32	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	2	1.ª	0,84	7,79	91,36	O	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2.ª	1,05	10,90	55,96	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,12	10,70	56,85	S	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,43	5,82	92,91	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,87	6,10	79,85	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,58	6,15	78,85	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,23	4,20	96,10	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,25	6,55	77,85	E	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,33	6,51	78,74	E	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	3	1.ª	0,39	8,17	94,69	NO	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
		2.ª	0,25	9,12	66,89	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
			0,33	8,60	67,25	S	Céu limpo	Mediana	Muito favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,52	6,00	97,50	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,88	6,30	78,98	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,77	6,25	79,21	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,41	6,00	97,90	NO	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,55	6,20	80,11	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,47	6,18	80,23	SE	Céu limpo	---	Favoráveis
DIURNO	4	1.ª	1,90	9,94	88,15	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
		2.ª	1,10	10,30	60,32	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
			1,05	10,15	61,25	O	Céu limpo	Mediana	Favoráveis
ENTARDECER		1.ª	0,25	5,48	97,59	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,55	6,12	79,85	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,47	6,22	79,05	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
NOTURNO		1.ª	0,42	4,70	95,90	O	Céu limpo	---	Favoráveis
		2.ª	0,22	6,45	80,25	SO	Céu limpo	---	Favoráveis
			0,37	6,75	80,58	SO	Céu limpo	---	Favoráveis

ANEXO III. CERTIFICADO DE ACRECITAÇÃO



Anexo Técnico de Acreditação Nº L0373-1

Accreditation Annex nr.

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

XZ Consultores, S.A.

Endereço Rua da Cruz, 3A, Loja J, Celeirós
Address 4705-406 Braga

Contacto Raquel Ribeiro
Contact

Telefone 253261670
Fax 253257008
E-mail raquel.ribeiro@xzconsultores.pt
Internet http://www.xzconsultores.pt

Resumo do Âmbito Acreditado

Acústica e Vibrações

Accreditation Scope Summary

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.

A validade deste Anexo Técnico pode ser comprovada em
<http://www.ipac.pt/docsig/?M4W0-7D1N-2K2T-FH23>

The validity of this Technical Annex can be checked in the website on the left.

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

O IPAC é signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC

IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA

O presente Anexo Técnico está sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, podendo a sua atualização ser consultada em www.ipac.pt.

This Annex can be modified, temporarily suspended and eventually withdrawn, and its status can be checked at www.ipac.pt.

Edição n.º 16 • Emitido em 2019-07-12 • Página 1 de 3

Anexo Técnico de Acreditação Nº L0373-1

Accreditation Annex nr.

XZ Consultores, S.A.

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 a sons de percussão de pavimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência, em compartimentos de volume inferior a 25m ³	NP EN ISO 16283-2:2018 NP EN ISO 717-2:2013	1
2	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro. Método global com altifalante, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m ³	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
3	Acústica de Edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m ³	NP EN ISO 16283-1:2014 NP EN ISO 16283-1:2014/A1:2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
4	Acústica de Edifícios	Medição do tempo de reverberação. Método da fonte interrompida (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
5	Acústica de Edifícios	Medição dos níveis de pressão sonora de equipamentos de edifícios. Determinação do nível sonoro do ruído particular	NP EN ISO 16032:2009 Nota 4 do Documento LNEC, 10 de julho 2015	1
6	Ruído ambiente	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 PO 43.12	1
7	Ruído ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007 PO 62.11	1
8	Ruído laboral	Avaliação da exposição dos trabalhadores ao ruído durante o trabalho	Decreto-Lei nº182/2006 PO 44.05	1
9	Vibrações no corpo humano	Avaliação da exposição de trabalhadores às vibrações no corpo inteiro. Método básico	Decreto-Lei nº 46/06 NP ISO 2631-1:2007	1
10	Vibrações no corpo humano	Avaliação de exposição de vibrações transmitidas ao sistema mão-braço	Decreto-Lei nº 46/06 NP ISO 5349-1:2009 NP EN ISO 5349-2:2014 NP EN ISO 5349-2:2014/A1:2017	1
FIM END				

Anexo Técnico de Acreditação N° L0373-1

Accreditation Annex nr.

XZ Consultores, S.A.

N° Nr	Produto Product	Ensaio Test	Método de Ensaio Test Method	Categoria Category
----------	--------------------	----------------	---------------------------------	-----------------------

Notas:

Notes:

- 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...)

- "PO xx" indica procedimento interno do laboratório.



Documento assinado
eletronicamente por:

Leopoldo Cortez
Presidente

CLIENTE

TMG AUTOMOTIVE

DESCRIÇÃO

PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO - ADENDA

Unidade Industrial \ S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

DATA

Jun. 21

REFERÊNCIA

OF2256-PA-20-ADE-R00.docx

CLIENTE

TMG AUTOMOTIVE

DESCRIÇÃO

PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO - ADENDA

EQUIPA

NOME	DESCRIÇÃO	ABREVIATURA	RÚBRICA
OCTÁVIO INÁCIO	DIRETOR – PHD in Sound & Vibration	OI	
ANDRÉ MCDADE	DEPARTAMENTO DE PROJETO	AM	
TATIANA TEIXEIRA	DEPARTAMENTO DE PROJETO	TT	

LISTA DE REVISÕES

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	PREPARADO	VERIFICADO	APROVADO
00	1.ª EMISSÃO	14/06/2021	AM	OI	OI

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. CENÁRIOS DE INTERVENÇÃO.....	4
2.1 Apresentação dos cenários	4
2.2 Análise dos resultados obtidos.....	6
3. ESTIMATIVA ORÇAMENTAL.....	8
4. REFERÊNCIAS.....	9

1. INTRODUÇÃO

O presente documento resulta da análise do Plano de Redução de Ruído (PRR), ref. OF2256-PA-20-MDJ-R00, pela direção da TMG, tendo sido solicitado que a InAcoustics efetuasse cenários de intervenção alternativos, tendo em vista uma atuação não direta em alguns equipamentos que pudessem sofrer perdas de rendimento ou mesmo problemas de acessibilidade e manutenção, nomeadamente as Torres de Arrefecimento. Assim estes cenários teriam algumas das medidas de redução em algumas fontes/ equipamentos já delineadas no Estudo, testando o uso de barreiras numa área superior às já estudadas, por forma a permitir fazer a redução de ruído dos equipamentos sem intervenção já mencionados.

Será efetuada uma descrição resumida das medidas de redução de ruído para cada cenário, sendo depois apresentada a sua eficácia e a respetiva Estimativa Orçamental, por forma a permitir uma tomada de decisão. A metodologia de cálculo é a mesma apresentada no PRR, sendo os resultados apresentados para os mesmos recetores críticos: 4 moradias na envolvente próxima do limite de terreno da TMG e ao mesmo tempo para os pontos de calibração/ medição.

2. CENÁRIOS DE INTERVENÇÃO

2.1 Apresentação dos cenários

Os cenários de intervenção agora delineados serão designados como cenário 5 e cenário 6, sendo definidos com soluções contrutivas previamente descritas no Plano de Redução de Ruído, ref. OF2256-PA-20-MDJ-R00, conforme resumido na Tabela 1. As novas barreiras estão indicadas a negrito e o esquema de aplicação é ilustrado na planta da Figura 1. As Figura 2 e Figura 3 ilustram no modelo tridimensional de cálculo de propagação sonora ambos os cenários.

Tabela 1 – Distribuição de soluções de redução de ruído pelos cenários de intervenção.

Cenários de intervenção						Soluções a implementar	
c1	c2	c3	c4	c5	c6	#	
+	+	+	+			1	Cabine na Torre de Arrefecimento TA4
+	+	+	+			2	Cabine no ventilador e motor elétrico RTO1
	+	+	+			3	Cabine no ventilador e motor elétrico RTO2
+	+			+	+	4	Atenuador no ventilador RTO1: admissão ar
+	+	+	+			5	Atenuador nas Torres Arrefecimento TA1, TA2: exaustão ar
	+	+	+			6	Atenuador na Torre Arrefecimento TA3: exaustão ar
+	+	+	+	+	+	7	Atenuador no Ventilador extração Sala Compressores
	+	+	+	+	+	8	Atenuador nos 2 Ventiladores extração Sala Caldeiras
+	+	+	+	+	+	9	Atenuadores e porta na fachada da sala Compressores, Chiller, Bombas
	+	+	+	+	+	10	Atenuadores e porta na fachada da sala das Caldeiras
+	+	+		+	+	11	Revestimento de conduta do queimador/ soprador do RTO1
+	+	+	+	+	+	12	Fecho de aberturas existentes na sala Compressores e Chiller
+	+	+	+	+	+	13	Fecho de porta da sala do Chiller da máquina Recobrimento
		+				14	Barreira + cobertura perimetral Z2
			+			15	Barreira + cobertura a envolver RTO1 e RTO2
				+		16	Barreira Z1, Z2
				+	+	17	Barreira Z4
					+	18	Barreira limite terreno TMG

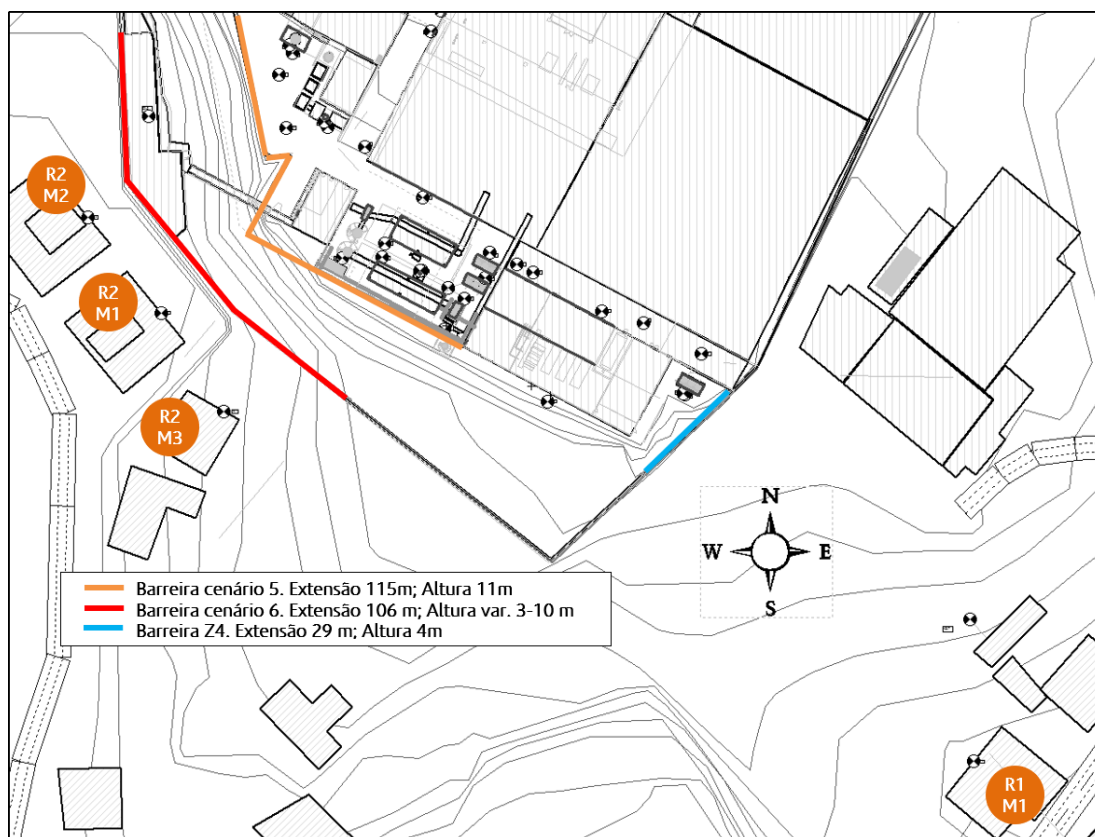


Figura 1 - Esquema de aplicação de barreira na envolvente do RTO1 e RTO2.

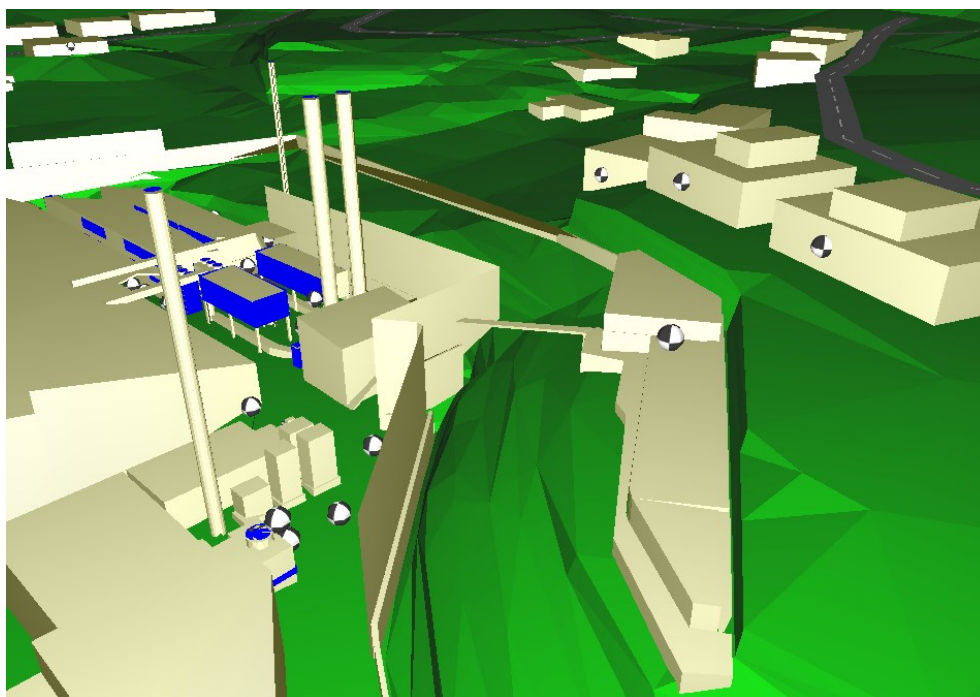


Figura 2 – Vista tridimensional da implementação da barreira cenário 5.

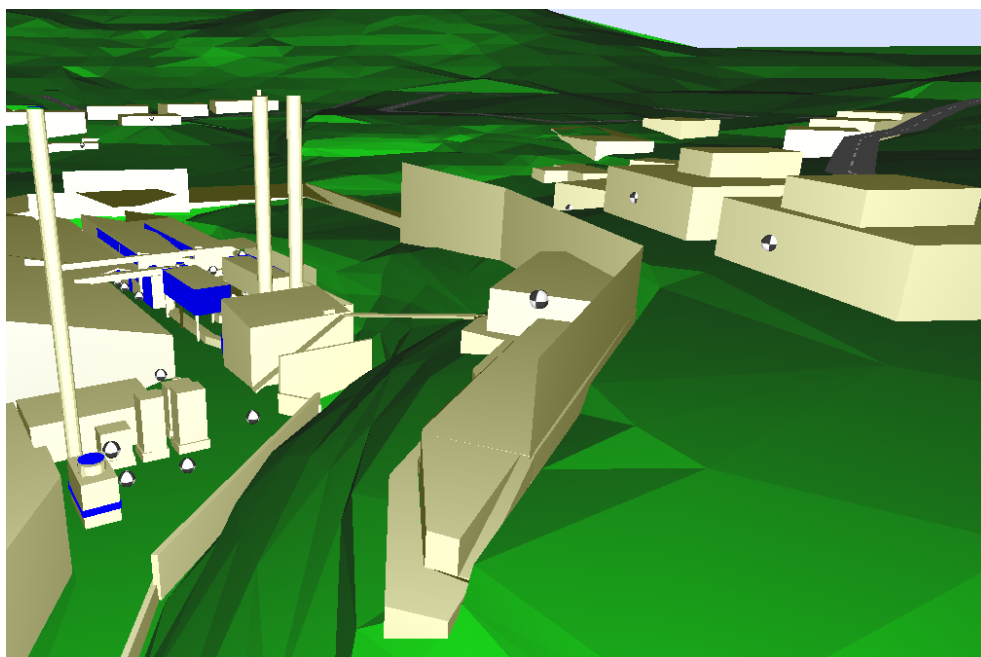


Figura 3 - Vista tridimensional da implementação da barreira cenário 6.

2.2 Análise dos resultados obtidos

Na Tabela 1 é possível comparar as diferenças na aplicação de medidas de redução de ruído. De notar que os 2 primeiros recetores são os locais onde foram efetuadas as medições, constituindo zonas próximas do logradouro das moradias críticas, ao passo que os restantes recetores representam as próprias fachadas das moradias. Nos resultados é feita uma ilustração dos graus de cumprimento/ incumprimento do critério legal de incomodidade sonora, com um valor inferior a 3 dB(A).

Foram testados diversos cenários de intervenção, dos quais se apresentaram 4 que permitem observar as diferenças de atenuação sonora com influência no cumprimento do critério de incomodidade. No entanto, apenas o cenário 4 assegura o cumprimento do critério legal em todos os recetores.

O cenários 3 e 4 que consegue garantir o cumprimento legal com uma margem de segurança, combina a aplicação de barreiras e a atuação junto de algumas fontes individuais.

No entanto os cenários 5 e 6 conseguem uma grande redução sonora para valores muito próximos do limite legal. Dado que em qualquer cenário de atuação é necessária uma grande redução de ruído: até 6-7 dB(A), uma opção de intervenção poderá ser o faseamento das medidas e eventualmente uma avaliação de ruído a meio da intervenção e reavaliação das medidas restantes a aplicar.

Tabela 2 – Eficácia da implementação das medidas previstas em 4 cenários de atuação. Valores do período noturno em dB(A).

ATUAL_FULL			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	46.6	3.4
R2_calibração	47.3	55.5	8.2
R1_moradia 1	42.6	47	4.4
R2_moradia 1	45.1	53.6	8.5
R2_moradia 2	45.6	50.5	4.9
R2_moradia 3	42	48.2	6.2
CENÁRIO 1			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	45.1	1.9
R2_calibração	47.3	49.6	2.5
R1_moradia 1	42.6	44.8	2.2
R2_moradia 1	45.1	49.2	4.2
R2_moradia 2	45.6	47.4	1.8
R2_moradia 3	42	46.8	4.8
CENÁRIO 2			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	44.1	0.9
R2_calibração	47.3	49	1.7
R1_moradia 1	42.6	43.9	1.3
R2_moradia 1	45.1	47.8	2.7
R2_moradia 2	45.6	46.9	1.3
R2_moradia 3	42	44	2.0
CENÁRIO 3			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	43.9	0.7
R2_calibração	47.3	48.3	1.0
R1_moradia 1	42.6	43.8	1.2
R2_moradia 1	45.1	47.4	2.3
R2_moradia 2	45.6	46.5	0.9
R2_moradia 3	42	43.9	1.9
CENÁRIO 4			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	43.9	0.7
R2_calibração	47.3	48.1	0.8
R1_moradia 1	42.6	44.1	1.5
R2_moradia 1	45.1	46.9	1.8
R2_moradia 2	45.6	46.4	0.8
R2_moradia 3	42	43.8	1.8
CENÁRIO 5			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	43.7	0.5
R2_calibração	47.3	51.8	4.5
R1_moradia 1	42.6	43.4	0.8
R2_moradia 1	45.1	47.2	2.1
R2_moradia 2	45.6	48.1	2.5
R2_moradia 3	42	46	4.0
CENÁRIO 6			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	43.7	0.5
R2_calibração	47.3	54.9	7.6
R1_moradia 1	42.6	43.3	0.7
R2_moradia 1	45.1	44.7	0
R2_moradia 2	45.6	47.2	1.6
R2_moradia 3	42	44.2	2.2
não cumpre critério legal			
cumpre com margem reduzida			
cumpre com margem segurança			

3. ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

As soluções de controlo de ruído a implementar estão descritas nos parágrafos anteriores. A Tabela 1 referencia quais destas são aplicáveis ao respetivo cenário.

A Tabela 3 apresenta a Estimativa Orçamental obtida pelas soluções desenvolvidas ao nível de Estudo Prévio, distribuídas pelos vários cenários. Esta pretende dar uma ordem de grandeza do investimento orçamental em cada uma das intervenções. Um orçamento com maior precisão só poderá ser aferido após decisão do cenário de intervenção e assim ser efetuada uma revisão do MQT quanto ao dimensionamento e levantamento rigoroso de todas as soluções a implementar.

Tabela 3 – Estimativa orçamental para a execução de cada cenário de intervenção (IVA não incluído).

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
97 338 €	133 616 €	220 367 €	207 624 €	159 935 €	115 478 €

Ficam excluídos todos os meios de elevação e descarga para apoio na montagem das barreiras e demais soluções, que deverão ser aferidas mediante planeamento inserido na elaboração do projeto de execução.

4. REFERÊNCIAS

- [1] EN 12354-1 – Building Acoustics, Estimation of Acoustic Performance of Buildings from the performance of Products – Airborne sound insulation between rooms.
- [2] NP ISO 16032 (2009) “Acústica – Medição do Nível de Pressão Sonora de Equipamentos de Serviço em Edifícios”
- [3] Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente, Instituto do Ambiente. Abril 2013
- [4] Diretrizes para elaboração de mapas de ruído. Agência Portuguesa do Ambiente, Dezembro 2011.
- [5] Atkins Research and Development – The Control of Noise in Ventilation Systems: A Designers' Guide. E. & F. N. Spon.
- [6] Bies, D. & Hansen, C. – Engineering Noise Control – Theory and Practice, Spon Press, 2009. Cap. 8.4.
- [7] ASHRAE, HVAC Applications Handbook, chapter 46: Sound and Vibration Control, 1999.

Maia, 14 Junho de 2021



Octávio José Patrício Fernandes Inácio

(Eng. Mecânico. PhD in Sound & Vibration)

CLIENTE

TMG AUTOMOTIVE

DESCRIÇÃO

PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO

Unidade Industrial \ S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Anexo 1

DATA

07 Mai. 21

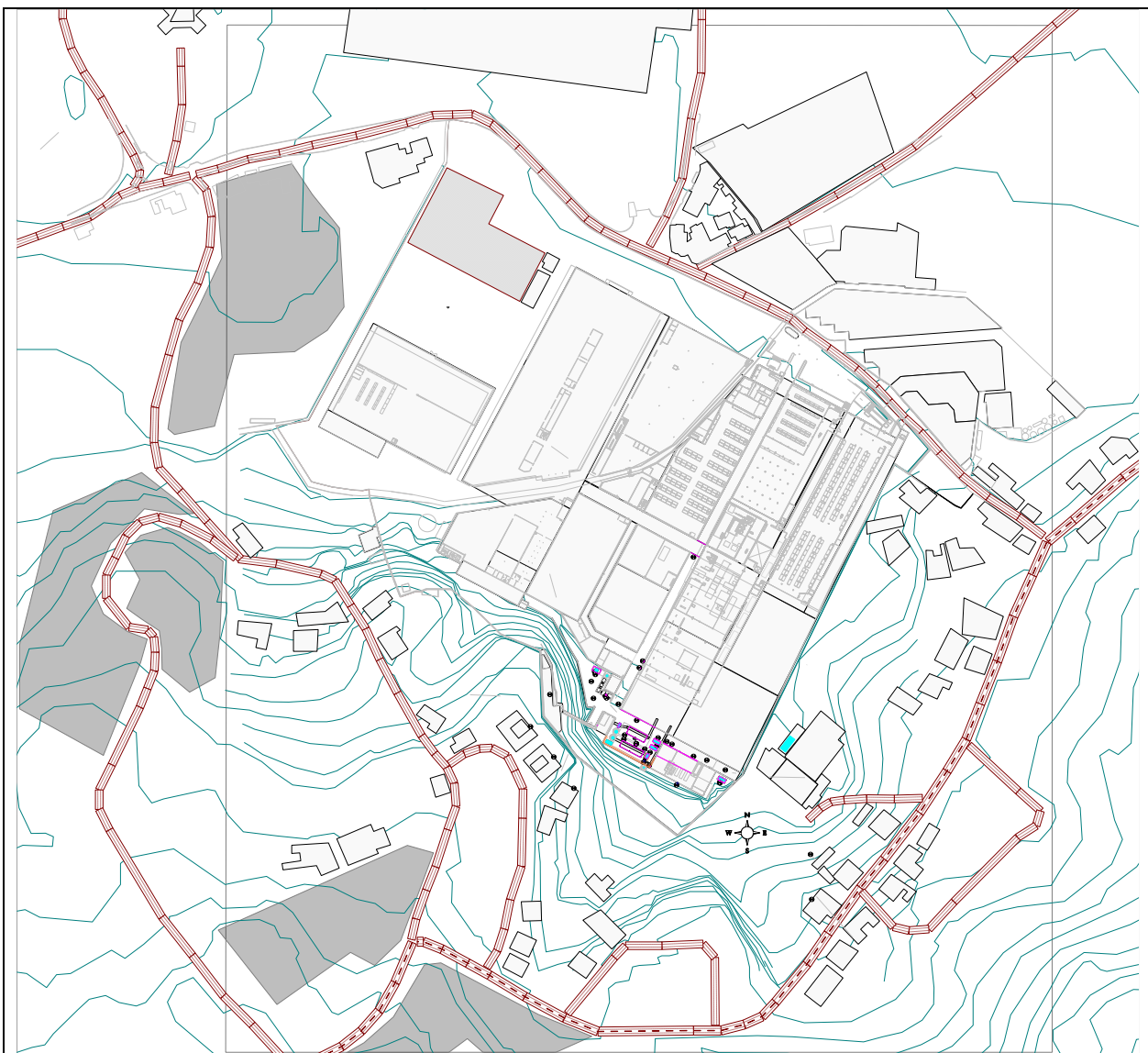
REFERÊNCIA

OF2333-PA-20-AN1-R01

ANEXO 1

Mapas de ruído

- Plantas de distribuição de fontes sonoras e recetores sensíveis
- Mapa de Ruído da situação atual-Residual (fábrica sem atividade)
- Mapa de Ruído da situação atual- AMBIENTE (fábrica com atividade, cf. configuração 2021)
- Mapa de Ruído da situação atual- INCOMODIDADE (fábrica com atividade, cf. configuração 2021)
- Mapa de Ruído da situação futura AMBIENTE Cenário 1
- Mapa de Ruído da situação futura INCOMODIDADE Cenário 1
- Mapa de Ruído da situação futura AMBIENTE Cenário 4
- Mapa de Ruído da situação futura INCOMODIDADE Cenário 4
- Mapa de Ruído da situação futura DIFERENCIAL 2021 - Cenário 4



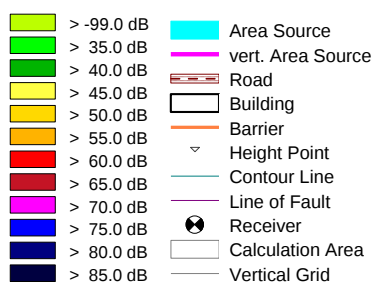
INIACOUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

Planta de Localização de fontes sonoras principais e recetores sensíveis

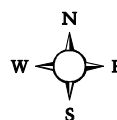


CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RÚIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

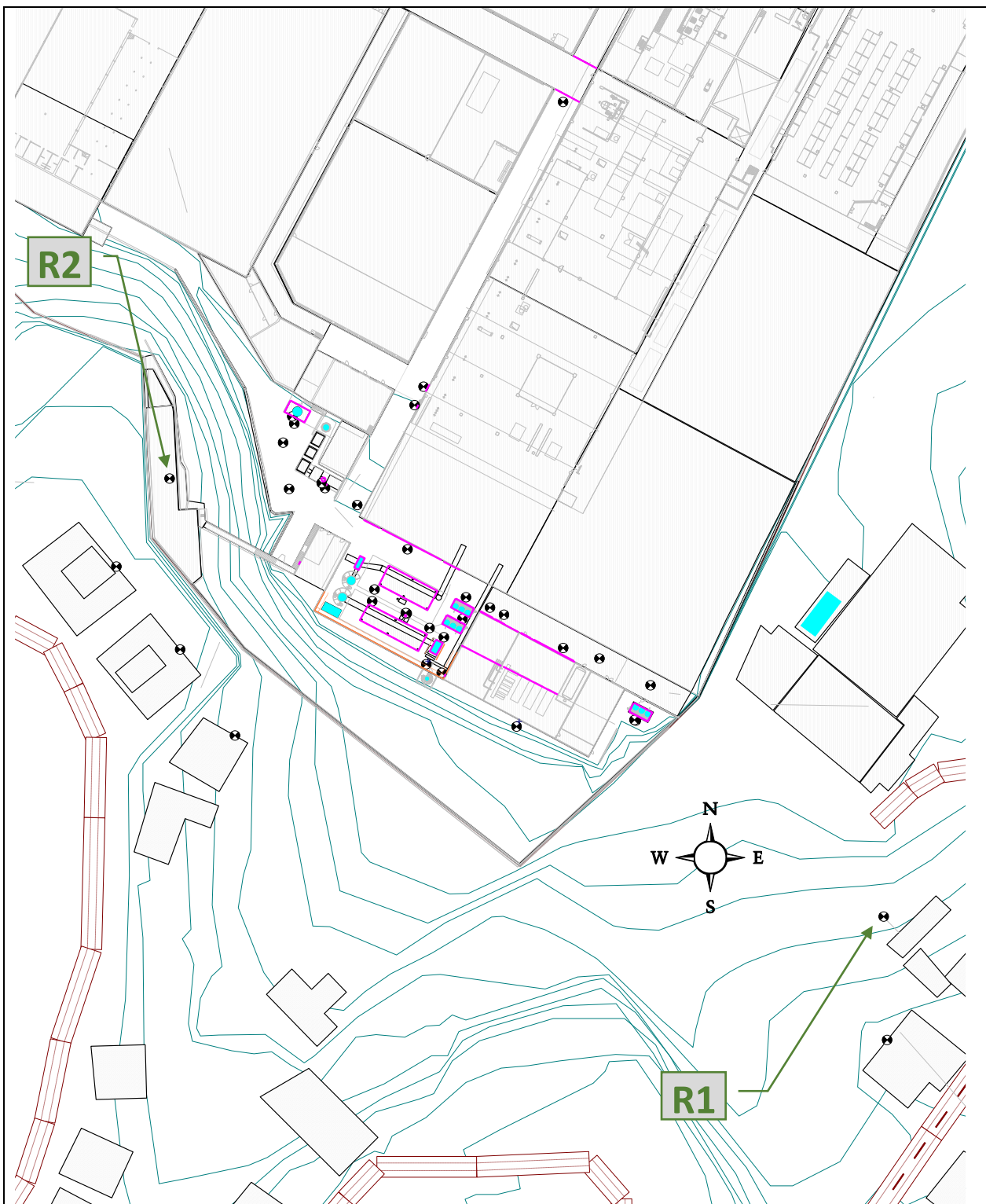
RÚIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RÚIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



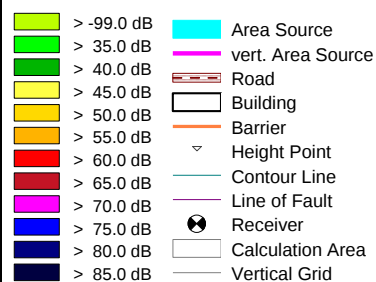
INICOUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

**Planta de Localização de fontes
sonoras principais e recetores
sensíveis - detalhe**

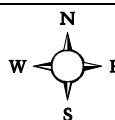


CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RUIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

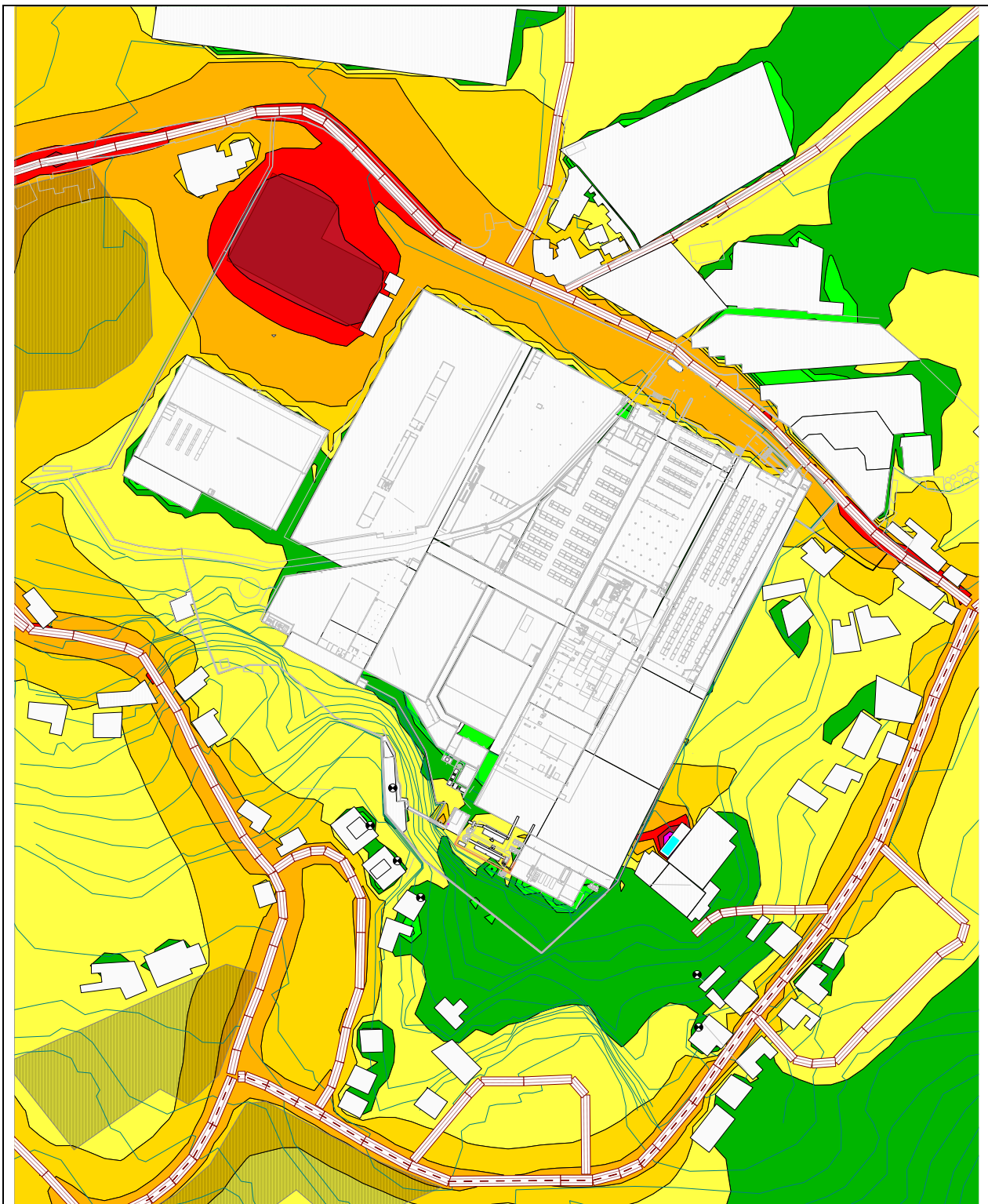
RUIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RUIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

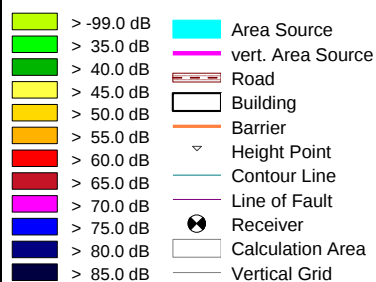
TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

**Mapa de Ruído da situação atual-
RESIDUAL (fábrica sem atividade)**

Caraterização acústica do período
noturno, indicador L_n

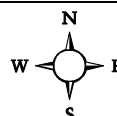


CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RÚIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

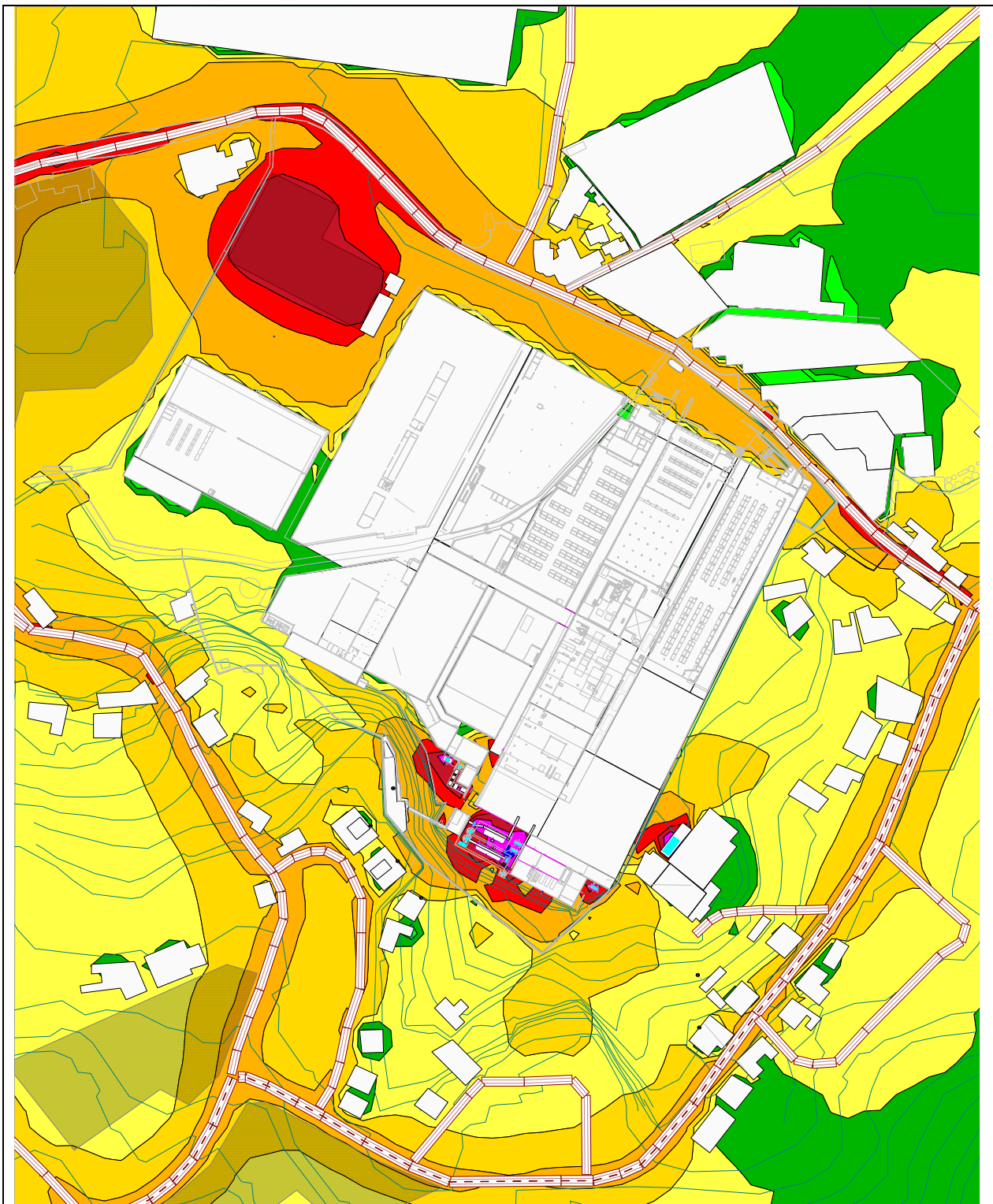
RÚIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RÚIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

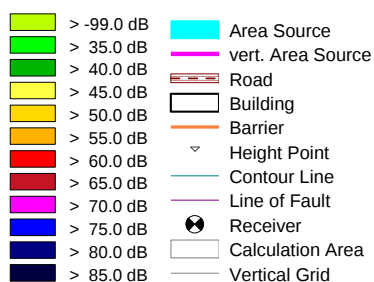
TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

Mapa de Ruído da situação atual-AMBIENTE (fábrica com atividade, cf. configuração 2021)

Caraterização acústica do período noturno, indicador L_n

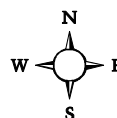


CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RUÍDO INDÚSTRIA: ISO 9613

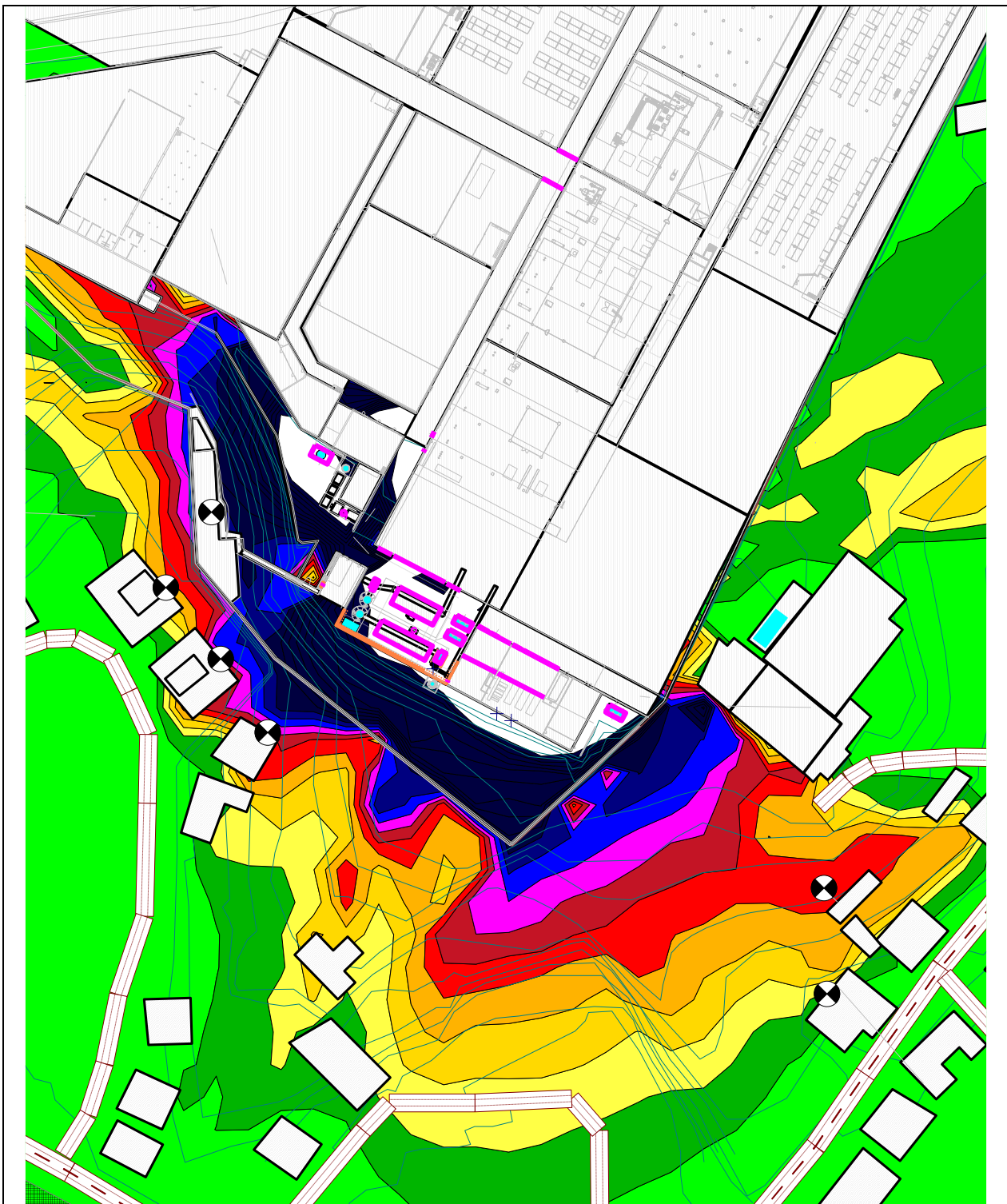
RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

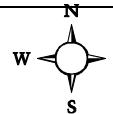
RUÍDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS

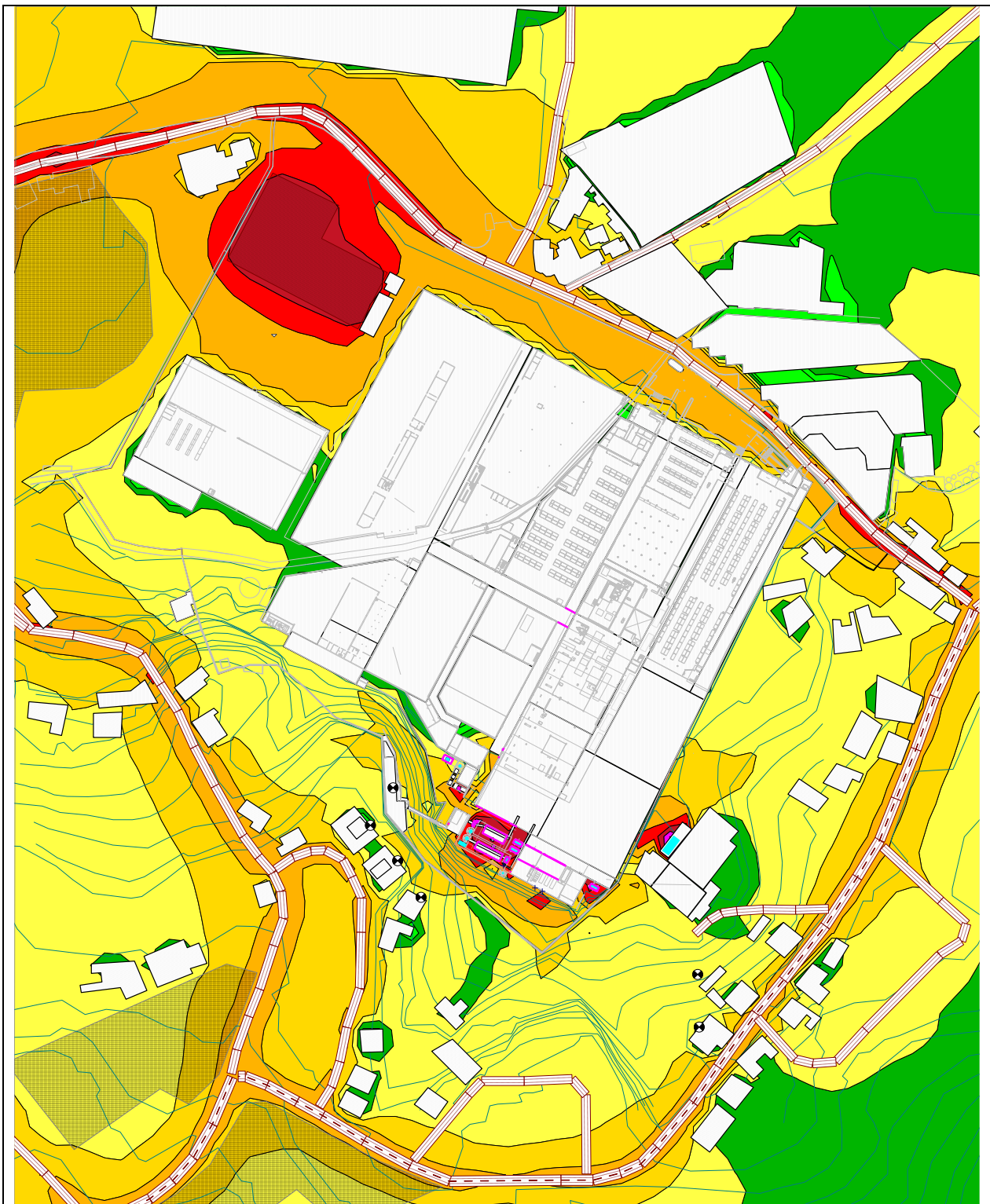


PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



 engenharia acústica vibrações ambiente	TMG Automotive S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão Maio 2021	Mapa de Ruído da situação atual- INCOMODIDADE (fábrica com atividade, cf. configuração 2021) Caraterização acústica do período noturno, indicador L_n
> 0.0 dB > 1.0 dB > 2.0 dB > 3.0 dB > 4.0 dB > 5.0 dB > 6.0 dB > 7.0 dB > 8.0 dB > 9.0 dB > 10.0 dB Area Source vert. Area Source Road Building Barrier Height Point Contour Line Line of Fault Receiver Calculation Area Vertical Grid	CADNA-A 3.5.115 NORMAS DE CÁLCULO RUÍDO INDÚSTRIA: ISO 9613 RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO: NMPB-ROUTES-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB) RUÍDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO: "STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS PAÍSES BAIXOS 	PARÂMETROS DE CÁLCULO: ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2 COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

Mapa de Ruído da situação futura – AMBIENTE cenário 1

Caraterização acústica do período noturno, indicador L_n

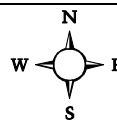
< 35.0 dB	Area Source
> 35.0 dB	vert. Area Source
> 40.0 dB	Road
> 45.0 dB	Building
> 50.0 dB	Barrier
> 55.0 dB	Height Point
> 60.0 dB	Contour Line
> 65.0 dB	Line of Fault
> 70.0 dB	Receiver
> 75.0 dB	Calculation Area
> 80.0 dB	Vertical Grid
> 85.0 dB	

CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RÚIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

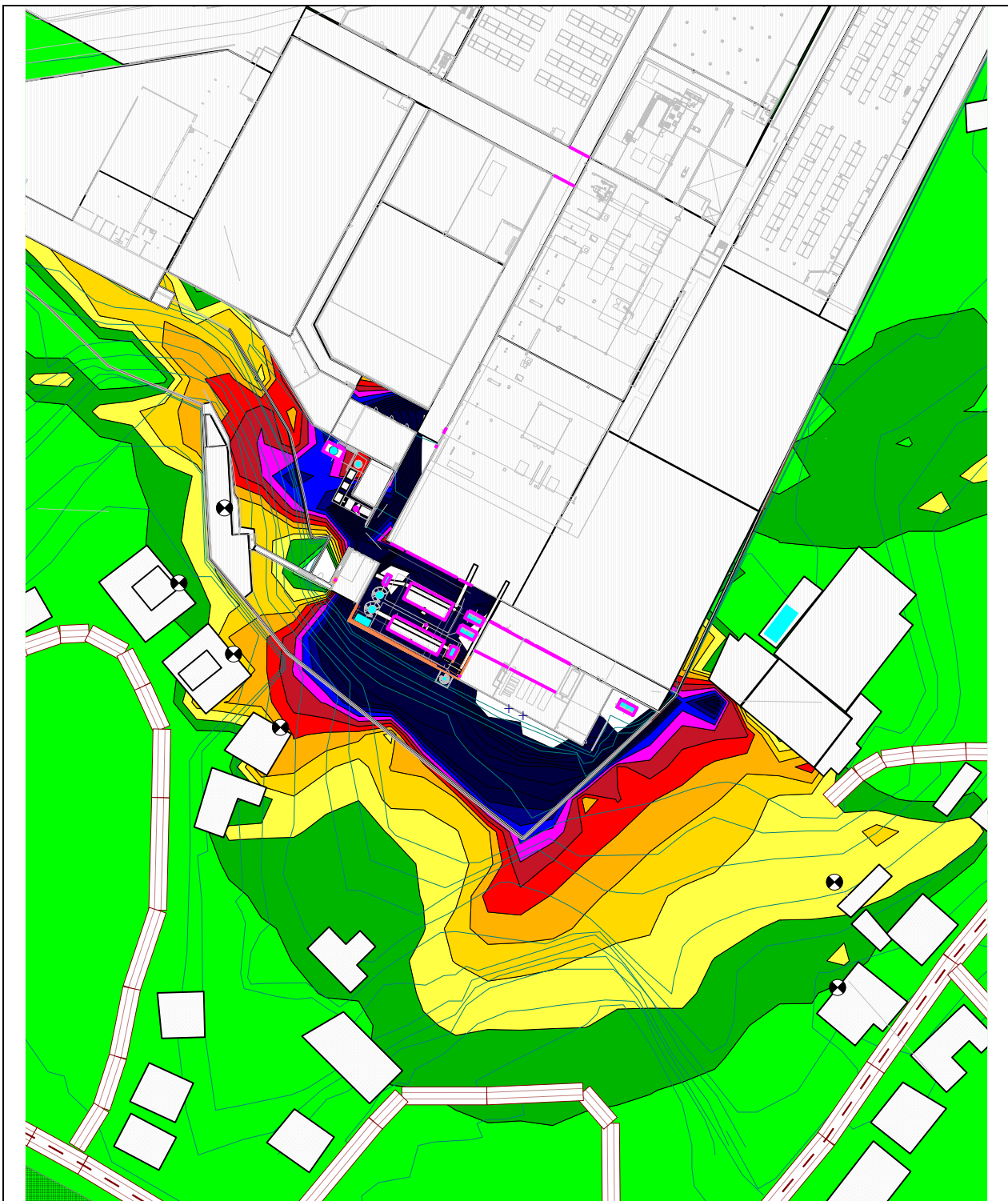
RÚIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RÚIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

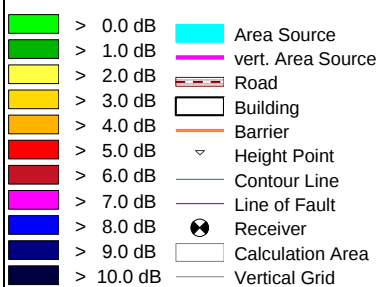
TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

Mapa de Ruído da situação futura – INCOMODIDADE cenário 1

Caraterização acústica do período noturno, indicador L_n

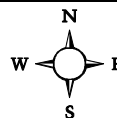


CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RUIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

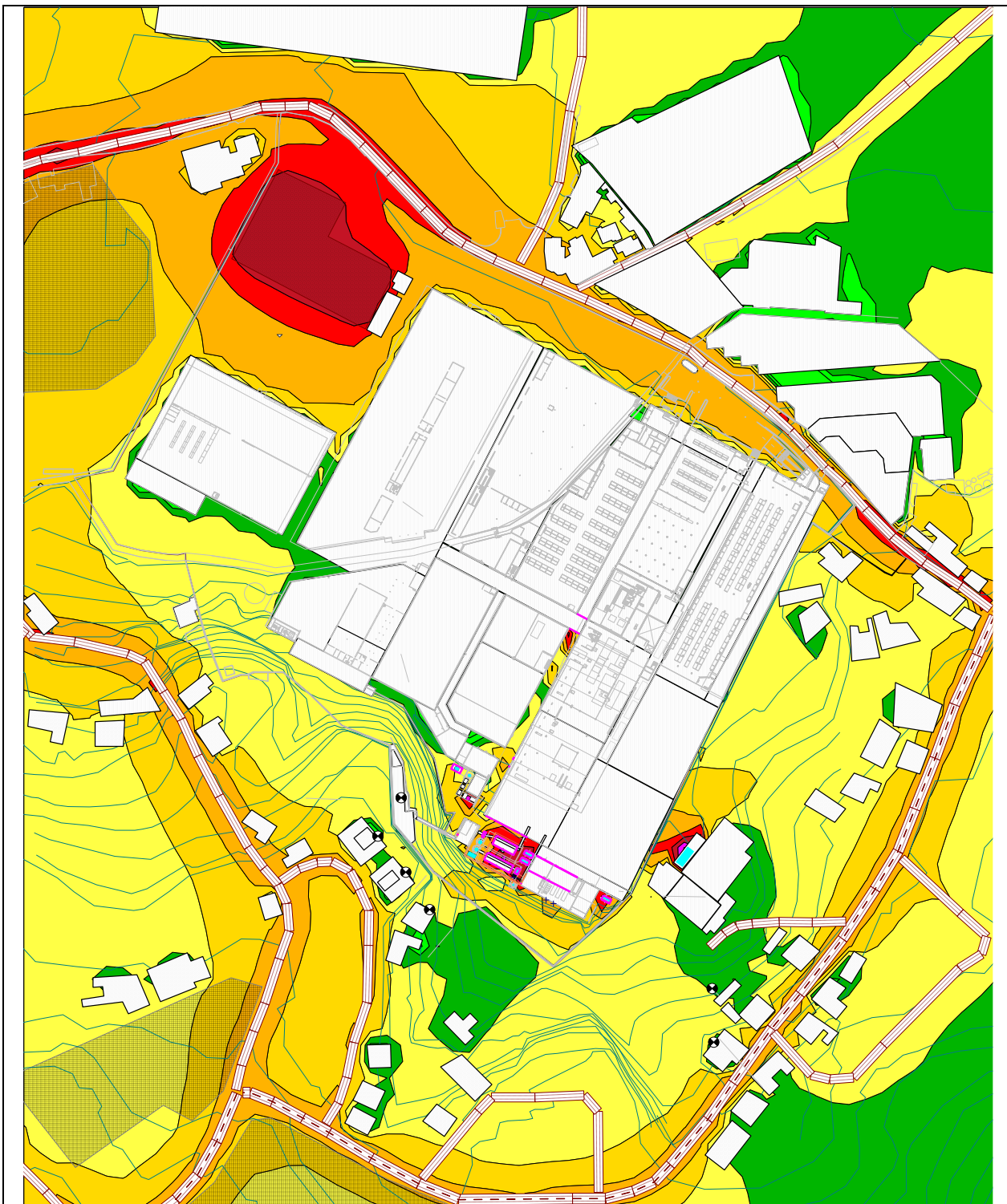
RUIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RUIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

Mapa de Ruído da situação futura – AMBIENTE cenário 4

Caraterização acústica do período noturno, indicador L_n

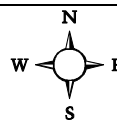
< 35.0 dB	Area Source
> 35.0 dB	vert. Area Source
> 40.0 dB	Road
> 45.0 dB	Building
> 50.0 dB	Barrier
> 55.0 dB	Height Point
> 60.0 dB	Contour Line
> 65.0 dB	Line of Fault
> 70.0 dB	Receiver
> 75.0 dB	Calculation Area
> 80.0 dB	Vertical Grid
> 85.0 dB	

CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
Ruído Indústria: ISO 9613

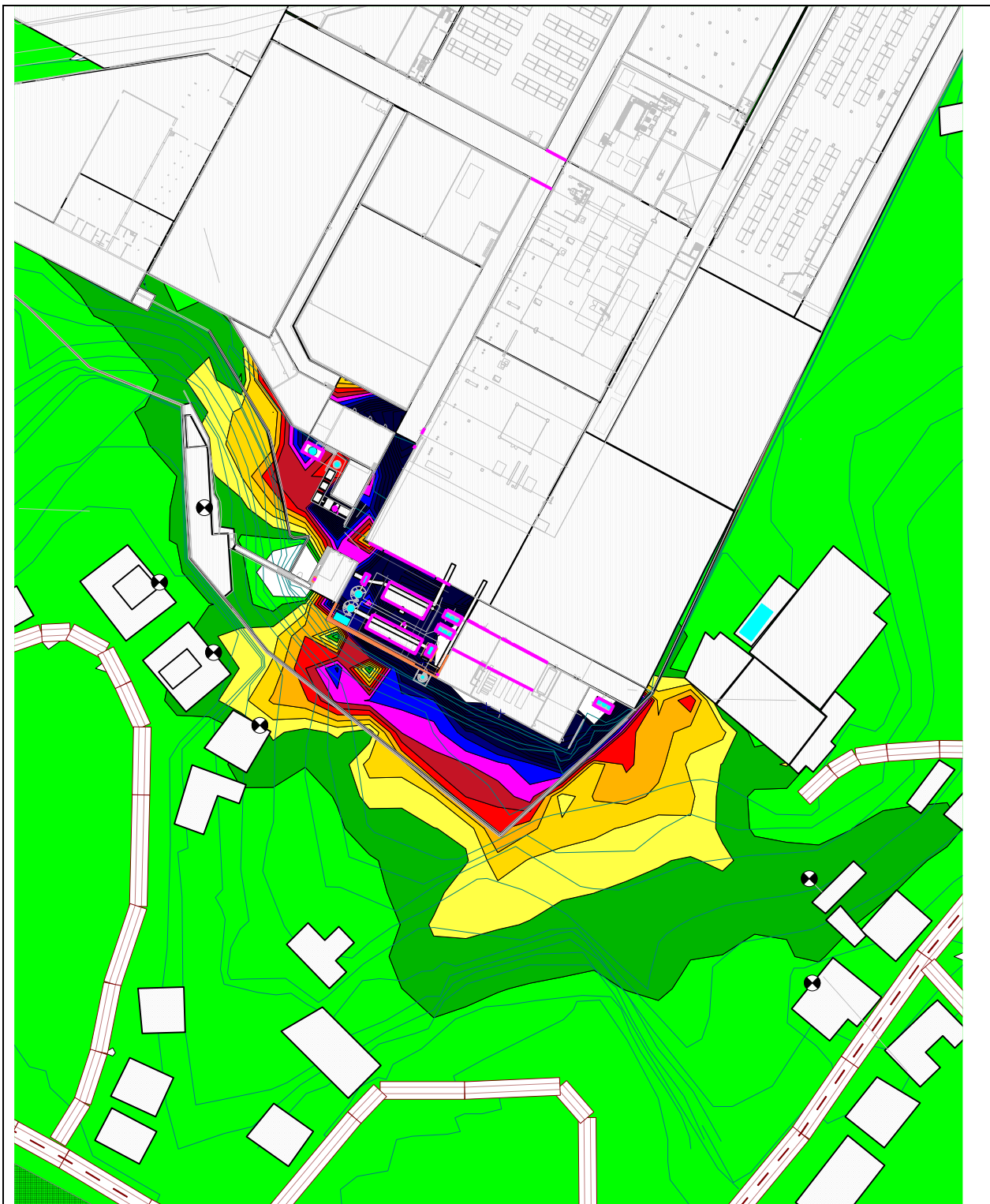
Ruído de Tráfego Rodoviário:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

Ruído de Tráfego Ferroviário:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

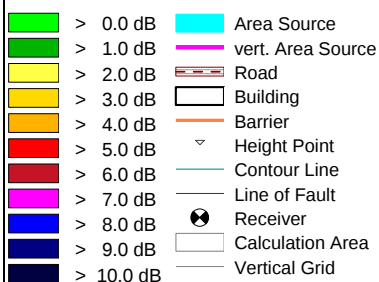
TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

Mapa de Ruído da situação futura – INCOMODIDADE cenário 4

Caraterização acústica do período noturno, indicador L_n

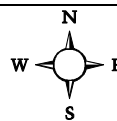


CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RÚIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

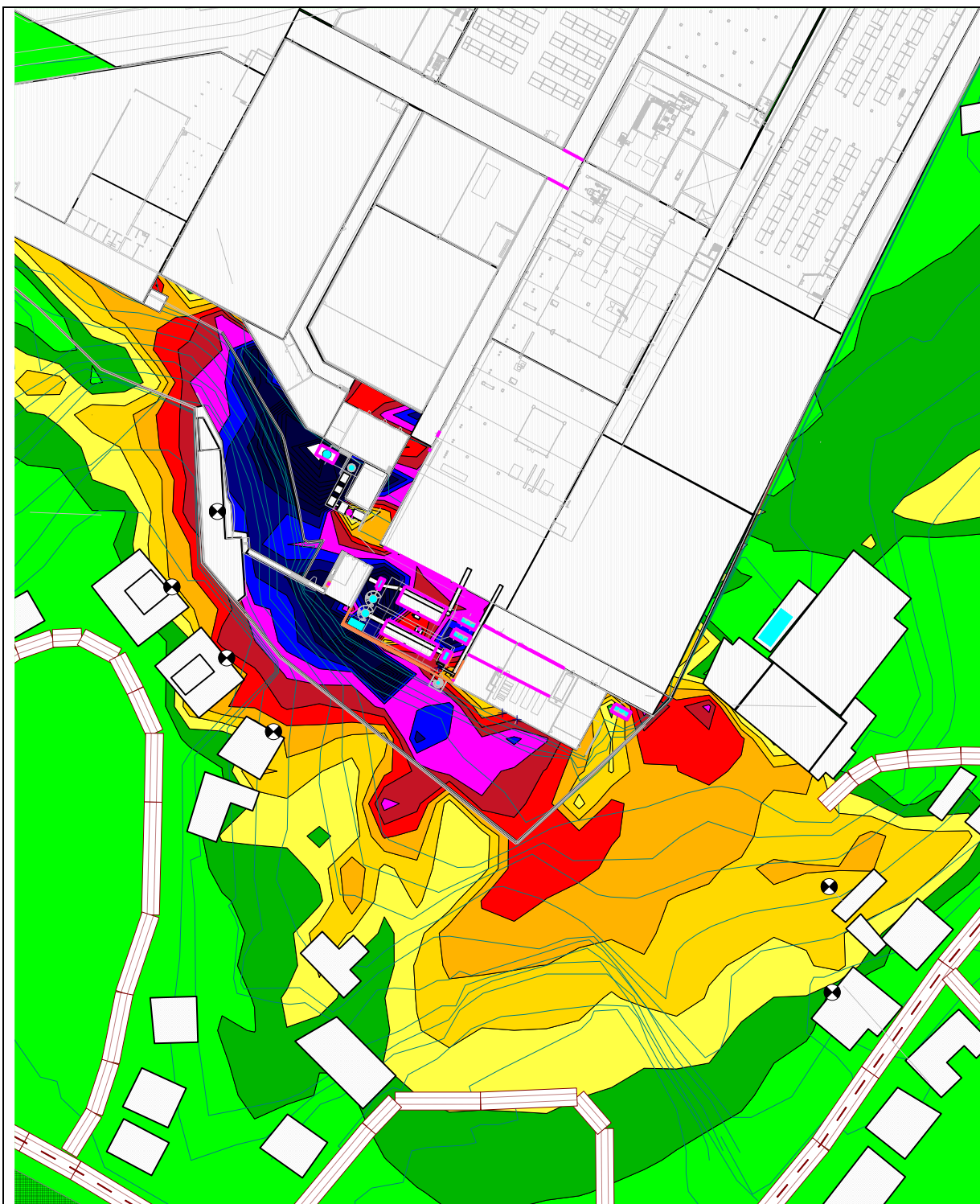
RÚIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RÚIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4



INI/COUSTICS
engenharia acústica vibrações ambiente

TMG Automotive

S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Maio 2021

**Mapa de Ruído da situação futura –
DIFERENCIAL 2021 - cenário 4**

Caraterização acústica do período
noturno, indicador L_n

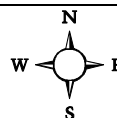
> 0.0 dB	Area Source
> 1.0 dB	vert. Area Source
> 2.0 dB	Road
> 3.0 dB	Building
> 4.0 dB	Barrier
> 5.0 dB	Height Point
> 6.0 dB	Contour Line
> 7.0 dB	Line of Fault
> 8.0 dB	Receiver
> 9.0 dB	Calculation Area
> 10.0 dB	Vertical Grid

CADNA-A 3.5.115

NORMAS DE CÁLCULO
RÚIDO INDÚSTRIA: ISO 9613

RÚIDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO:
NMPB-ROUTES-96
(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

RÚIDO DE TRÁFEGO FERROVIÁRIO:
"STANDAARD-REKENMETHODE II" DOS
PAÍSES BAIXOS



PARÂMETROS DE CÁLCULO:

ALTURA ACIMA DO SOLO: 4 METROS
GRELHA DE CÁLCULO: 10X10 METROS
ORDEM MÁXIMA REFLEXÕES: 2
COEF. ABSORÇÃO SOLO: 0.4

CLIENTE

TMG AUTOMOTIVE

DESCRIÇÃO

PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO

Unidade Industrial \ S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

Anexo 2

DATA

07 Mai. 21

REFERÊNCIA

OF2256-PA-20-AN2-R00.docx

ANEXO 1

Mapa de Quantidades e Trabalhos

A definição das soluções foi elaborada no âmbito do Estudo Acústico ao nível de um Estudo Prévio, pelo que qualquer iniciativa de obter uma Estimativa Orçamental para implementação em obra deverá ser precedido de uma revisão do presente documento, tendo em conta um levantamento rigoroso de todas as dimensões, atravancamentos e compatibilização com as opções e alternativas tomadas pelo Dono-de-Obra.

As eventuais referências a marcas, de materiais, de produtos ou de equipamentos, são apresentadas a título meramente indicativo do nível de qualidade pretendido, devendo entender-se como associadas ao termo " ou equivalente". Todos os trabalhos deverão ser realizados de acordo com o Estudo Acústico (peças escritas e desenhos). Um orçamento com maior precisão só poderá ser aferido após discussão, revisão e decisão das várias alternativas, devendo depois ser efetuada uma revisão do MQT quanto ao dimensionamento e levantamento rigoroso de todas as soluções a implementar.

CÓDIGO ARTIGO	DESCRIÇÃO	REF.	ZONA	FONTE EMISSORA	EQUIPAMENTO	UNIDADES	COMPRIMENTO	LARGURA/ DIÂMETRO	ALTURA	QUANTIDADE	UNIDADE MEDIÇÃO
	<i>Soluções alternativas em itálico</i>										
	Solução selecionada em negrito										
1. ATENUADORES SONOROS A APLICAR EM EQUIPAMENTOS											
	1 Fornecimento, transporte e montagem de atenuadores sonoros, para aplicação à saída ou entrada de ar de equipamento. Septos com proteção em véu negro de fibra de vidro resistente para velocidades aeráulicas até 15 m/s. Temperatura máxima de operação: 100°C. Caixa dos septos e painéis interiores em chapa de aço galvanizada, incluindo elemento de adaptação ventilador-atenuador, fixações, remates, soldaduras, acabamentos e todos os materiais e trabalhos necessários à sua execução. Caudais de ar a confirmar por forma a garantir o bom funcionamento dos equipamentos fabris.										
1.1	Atenuador retangular SONAIR SLK-3-235-3 1605x2000x1000. 8m/s; 13dB @ 250 Hz	ATEN 03	Z2	F29.1	RTO1: admissão ar	mm	1000	1605	2000	3.2	m3
	<i>Silenciador cilíndrico sem septo tipo SONAIR SCS ø 1600x1600; 11 dB @ 250 Hz</i>	ATEN 05.2	Z4	F29.1	RTO1: admissão ar	mm	1600	1600		3.0	un.
	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
1.2	Sistema de 3 atenuadores em linha com os 3 ventiladores do equipamento. Módulo SONAIR SLK2-200-5 2000x2500x750; 7.5 m/s; 8 dB @ 250 Hz	ATEN 05.1	Z2	F01	TA1: exaustão ar	mm	750	6000	2500	11.3	m3
	<i>Silenciador cilíndrico sem septo tipo SONAIR SCS ø 1600x1600; 11 dB @ 250 Hz</i>	ATEN 05.2	Z2	F01	TA1: exaustão ar	mm	1600	1600		3.0	un.
1.3	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
	Sistema de 3 atenuadores em linha com os 3 ventiladores do equipamento. Módulo SONAIR SLK2 200-5 2000x2500x750; 7.5 m/s; 8 dB @ 250 Hz	ATEN 05.1	Z2	F02	TA2: exaustão ar	mm	750	6000	2500	11.3	m3
	<i>Silenciador cilíndrico sem septo tipo SONIC SCS ø 1600x1600; 11 dB @ 250 Hz</i>	ATEN 05.2	Z2	F02	TA2: exaustão ar	mm	1600	1600		3.0	un.
	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
1.4	Sistema de 3 atenuadores em linha com os 3 ventiladores do equipamento. Módulo SONAIR SLK2-200-5 2000x2500x750; 7.5 m/s; 8 dB @ 250 Hz	ATEN 05.1	Z4	F03	TA3: exaustão ar	mm	750	6000	2500	11.3	m3
	<i>Silenciador cilíndrico sem septo tipo SONAIR SCS ø 1600x1600; 11 dB @ 250 Hz</i>	ATEN 05.2	Z4	F03	TA3: exaustão ar	mm	1600	1600		3.0	un.
	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
1.5	Silenciador cilíndrico com septo central, tipo SONAIR SCT ø 710x710; 7 dB @ 250 Hz	ATEN 04	Z2	F30	Sala Compressores - Ventilador extração		710	710		1.0	
	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
1.6	Silenciador cilíndrico com septo central, tipo SONAIR SCT ø 800x800; 9 dB @ 250 Hz	ATEN 09		F23	Ventilador 1 extração Sala Caldeiras		800	800		1.0	
	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
1.6	Silenciador cilíndrico com septo central, tipo SONAIR SCT ø 800x800; 9 dB @ 250 Hz	ATEN 09		F24	Ventilador 2 extração Sala Caldeiras		800	800		1.0	
	Adaptador cónico equipamento-atenuador									1.0	un.
2. ATENUADORES SONOROS A APLICAR EM CABINES/ PAREDES											
2.1	Fornecimento, transporte e montagem de atenuadores sonoros retangulares para ventilação de cabine acústica. Temperatura máxima de operação: 100°C. Caixa dos septos e painéis interiores em chapa de aço galvanizada, incluindo elemento de adaptação ventilador-atenuador, fixações, remates, soldaduras, acabamentos e todos os materiais e trabalhos necessários à sua execução. Caudais de ar a confirmar por intermédio de medições por forma a garantir o bom funcionamento dos equipamentos fabris.										
2.1.1	<i>Sistema de 4 atenuadores com largura 4650mm. Ref. SONAIR SLK2-169 -13 4650x4300x1000; 1.3 m/s; 16 dB @ 250 Hz</i>	ATEN 01.1	Z1	F04	TA4: admissão ar	mm	1000	18700	4300	80.4	m3
	<i>Sistema de 4 atenuadores com largura 4800mm. Ref. SONAIR SLK2-169 -13 4650x2000x1500; 2.9 m/s; 16 dB @ 250 Hz</i>	ATEN 01.2	Z1	F04	TA4: admissão ar	mm	1500	18700	2000	56.1	m3
	Sistema de 4 atenuadores com largura 4800mm. Ref. SONAIR SLK2-112 -15 4650x2000x1000; 3.6 m/s; 14 dB @ 250 Hz	ATEN 01.3	Z1	F04	TA4: admissão ar	mm	1000	18700	2000	37.4	m3
2.1.2	Atenuador retangular SONAIR SLK3-367-6 WF 4000x3000x1000. 7.5 m/s; 11dB @ 250 Hz	ATEN 06	Z1	F04	TA4: exaustão ar	mm	1000	4000	3000	12.0	m3
	ver 7.barreiras exteriores		Z1	F04	TA4: exaustão ar						

2.1.3	Atenuador sonoro para ENTRADA ar na cabine. Aplicação na parede da cabine. Ref. SONAIR SLK2-50 -4 1000x1000x500. 3.1 m/s; 14 dB @ 250 Hz	ATEN 02	Z2	F29.2	CAB 01: RTO1_motor elétrico e vent.	mm	500	1000	1000	0.5	m3
2.1.4	Atenuador sonoro para SAIDA ar da cabine. Aplicação a jusante do ventilador de extração na cobertura da cabine. Ref. SONAIR SLK2-50 -4 1000x1000x500. 3.1 m/s; 14 dB @ 250 Hz	ATEN 07	Z2	F29.2	CAB 01: RTO1_motor elétrico e vent.	mm	500	1000	1000	0.5	m3
2.1.5	Atenuador sonoro para ENTRADA ar na sala. Aplicação na parede/fachada, lado DIREITO. Ref. SONAIR SLK3-300-5 3000x2000x500; 50% AL; 3 m2; 7 dB @ 250 Hz	ATEN 08	Z4	F19	Compressores, chiller, bombas, quadros		500	3000	2000	3.0	m3
2.1.6	Atenuador sonoro para ENTRADA ar na sala. Aplicação na parede/fachada, lado ESQUERDO. Ref. SONAIR SLK3-300-5 3000x2000x500; 50% AL; 3 m2; 7 dB @ 250 Hz	ATEN 08	Z4	F19	Compressores, chiller, bombas, quadros		500	3000	2000	3.0	m3
	ver 5. Revestimento de paredes.										
2.1.7	Atenuador sonoro para ENTRADA ar na sala. Aplicação na parede/fachada, lado DIREITO. Ref. SONAIR SLK3-300-5 3000x2000x500; 50% AL; 3 m2; 7 dB @ 250 Hz	ATEN 09	Z4	F20	Sala Caldeiras		500	3000	2000	3.0	m3
2.1.8	Atenuador sonoro para ENTRADA ar na sala. Aplicação na parede/fachada, lado ESQUERDO. Ref. SONAIR SLK3-300-5 3000x2000x500; 50% AL; 3 m2; 7 dB @ 250 Hz	ATEN 09	Z4	F20	Sala Caldeiras		500	3000	2000	3.0	m3
3. CABINES											
3.1	Cabine a enclausurar a Torre de Arrefecimento TA4, permitindo um corredor livre entre cabine e equipamento com 1 metro de largura. Algumas paredes são constituídas pelo atenuador ATEN 01 para permitir ventilação. Superfícies em painel metálico perfurado Claustrapanel HO CP, 100 mm, índice de redução sonora mínimo Rw 34 dB incluindo perfis metálicos, fixações, remates, acabamentos e todos os materiais e trabalhos necessários à completa execução.	CAB 01	Z1	F04	TA4: admissão ar						
3.1.1	Parede traseira					mm	5500		4400	24.2	m2
	Paredes acima do atenuador					mm	18700		2400	44.9	m2
3.1.2	Cobertura					mm				25.0	m2
	Adaptador cónico equipamento- atenuador exaustão									17.2	m2
3.1.3	Porta de acesso a cabine, folha dupla, tipo Tekdoor com índice de redução sonora Rw 32dB					mm	1600		2000	3.2	m2
3.2	Cabine de forma a enclausurar o motor elétrico e ventilador do RTO1, utilizando os painéis da canópia já existente: 3.4x3.4x4.7 m. O volume interior equivale a cerca 54 m3. Superfícies em painel metálico perfurado Claustrapanel HO CP 100 mm, índice de redução sonora mínimo Rw 34 dB, incluindo perfis metálicos, fixações, remates, acabamentos e todos os materiais e trabalhos necessários à completa execução.	CAB 02	Z2	F29.2	RTO1_ventilador e motor elétrico						
3.2.1	Parede 1 onde será aplicada porta acesso					mm	3400		4700	12.0	m2
3.2.2	Parede 2					mm	3400		4700	16.0	m2
3.2.3	Porta de acesso a cabine, folha dupla, tipo Tekdoor com índice de redução sonora Rw 32dB					mm	2000		2000	4.0	m2
3.3	Cabine de forma a enclausurar o motor elétrico e ventilador do RTO2. O volume interior equivale a cerca 54 m3. Superfícies em painel metálico perfurado Claustrapanel HO CP, 100 mm, com índice de redução sonora mínimo Rw 34 dB, incluindo perfis metálicos, fixações, remates, acabamentos e todos os materiais e trabalhos necessários à completa execução.	CAB 03	Z2	F38	RTO2_ventilador e motor elétrico						
3.2.3	Parede 1 onde será aplicada porta acesso					mm	3400		4700	12.0	m2
3.2.2	Parede 2					mm	3400		4700	16.0	m2
	Parede 3					mm	3400		4700	16.0	m2
	Parede 4					mm	3400		4700	16.0	m2
	Cobertura					mm	3400		3400	11.6	m2
3.2.3	Porta de acesso a cabine, folha dupla, tipo Tekdoor com índice de redução sonora Rw 32dB					mm	2000		2000	4.0	m2
4. VENTILADORES A APLICAR EM CABINES											
4.1	Fornecimento, transporte e montagem de ventiladores de extração de ar de cabine com caudal que permita cerca de 40 renovações de ar por hora. Potência apropriada para vencer uma perda carga superior a 180 Pa. Nível de pressão sonora a 1 metro $L_p < 75$ dB(A). Caixas de ventilação equipadas com ventiladores centrífugo de dupla aspiração e motor de acionamento direto do tipo AC, Estrutura em perfil de alumínio extrudido, cantos em polipropileno reforçado e painéis duplos (25mm). Inclui interruptor de corte e variador de tensão										
4.1.1	Caixa de ventilação. Caudal 2200 m³/h.	VENT 01	Z2	F29.2	CAB 01 (54 m3) com RTO1: Motor Elétrico e Ventilador					1.0	un.
4.1.2	Caixa de ventilação. Caudal 2200 m³/h.	VENT 02	Z2	F38	CAB 02 (54 m3) com RTO2: Motor Elétrico e Ventilador					1.0	un.
5. REVESTIMENTOS DE PAREDES											
5.1	Fornecimento e colocação de lâ de rocha projetada, tipo TecWool, em paredes e tectos interiores de áreas técnicas, "in situ", densidade mínima 175 kg/m³, espessura média mínima 30 mm, classificação de reacção ao fogo A1.										

5.1.1	Alternativa a 2.1.5 e 2.1.6. Sala compressores e chillers	REP 01	Z4	F19	Sala Compressores, chiller, bombas, quadros						
	Parede 1									136.0	m2
	Parede 2									136.0	m2
	Parede 3									71.0	m2
	Cobertura									241.0	m2
6. REVESTIMENTOS DE CONDUTAS											
6.1	Revestimento exterior de conduta com sistema de 3 camadas: tela betuminosa MAD4 com 4mm espessura; coquilha lâ mineral com 30 mm espessura; chapa galvanizada 0,6 mm. Fixação com parafusos inox e selagem de juntas com silicone de alta densidade										
	Conduta do queimador/ soprador do RTO1	REC 01	Z2	F27	RTO1 conduta queimador		11	0.45		16.0	ml
7. PORTAS E VEDAÇÕES											
7.1	Porta metálica com núcleo em lâ de rocha, tipo Tekdoor, incluindo vedações perimetrais e de soleira, com desempenho mínimo de isolamento sonoro Rw 32dB.										
7.1.1	Porta 1	PTA 01	Z4	F19	Sala Compressores, chiller, bombas, quadros	m		3	2	6.0	m2
7.1.2	Porta 2	PTA 02	Z4	F20	Sala Caldeiras	m		3	2	6.0	m2
7.2	Fecho de aberturas e frinchas existentes com painel metálico ou acrílico, incluindo vedação de juntas e remates necessários.										
	Vão fixo	PTA 03	Z4	F19	Compressores, chiller, bombas, quadros					12.0	m2
8. BARREIRAS EXTERIORES											
8.1	Barreira acústica em painel metálico perfurado, tipo Claustrapanel HO CP, 80 mm, índice de redução sonora mínimo Rw 32 dB, coeficiente de absorção sonora $\alpha_w > 0,85$, sapatas e estrutura de suporte em ferro galvanizado, incluindo todos os acessórios e materiais para a sua correta instalação.										
	Alternativa a 2.1.2. Barreira em "U" a envolver o ventilador de exaustão de ar da Torre de Arrefecimento 4	BAR 01	Z1	F04	TA4: exaustão ar						
	troço 1						3		2.5	7.5	m2
	troço 2						5.5		2.5	13.8	m2
	troço 3						3		2.5	7.5	m2
	Painel e Estrutura suporte									28.8	m2
8.2	Barreira + cobertura a envolver RTO1 e RTO2	BAR 02	Z2	F13; F14	RTO1; RTO2						
	troço 1							19	3	57.0	m2
	troço 2							20	9	180.0	
	cobertura									450.0	m2
	TOTAL									687.0	m2
8.3	Barreira+ cobertura perimetral Z2	BAR 03	Z2	F13; F14; F29.1; F38	RTO1; RTO2; Vent.+M.E. RTO1; Vent.+M.E. RTO2						
	troço 1							8	9	72.0	m2
	troço 2							4	9	36.0	m2
	troço 3							30.5	3	91.5	m2
	cobertura									582.0	m2
	TOTAL									781.5	m2

CLIENTE

TMG AUTOMOTIVE

DESCRIÇÃO

PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO

Unidade Industrial \ S. Cosme do Vale, V. N. Famalicão

DATA

Mai. 21

REFERÊNCIA

OF2256-PA-20-MDJ-R00.docx

CLIENTE

TMG AUTOMOTIVE

DESCRIÇÃO

PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO

EQUIPA

NOME	DESCRIÇÃO	ABREVIATURA	RÚBRICA
OCTÁVIO INÁCIO	DIRETOR – PHD in Sound & Vibration	OI	
ANDRÉ MCDADE	DEPARTAMENTO DE PROJETO	AM	
TATIANA TEIXEIRA	DEPARTAMENTO DE PROJETO	TT	

LISTA DE REVISÕES

REVISÃO	DESCRIÇÃO	DATA	PREPARADO	VERIFICADO	APROVADO
00	1.ª EMISSÃO	07/05/2021	TT/ AM	OI	OI

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1 Documentos analisados.....	7
2. ENQUADRAMENTO LEGAL	8
2.1 Regulamento Geral do Ruído, Decreto-Lei 9/2007 de 17 de Janeiro	8
2.2 Definições.....	10
3. CRITÉRIOS ACÚSTICOS.....	12
3.1 Classificação acústica da envolvente	12
3.2 Níveis Sonoros Máximos Admissíveis	14
4. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE SONORO	15
4.1 Medições de ruído ambiente e de ruído residual nos recetores.....	15
4.1.1 Pontos de medição.....	15
4.1.2 Parâmetros medidos	16
4.1.3 Resultados das medições.....	16
4.2 Descrição das instalações e das fontes sonoras.....	18
4.3 Medições de nível de pressão sonora junto de fontes sonoras.....	25
4.3.1 Equipamento utilizado	26
4.3.2 Resultados das medições junto das fontes sonoras	26
5. IDENTIFICAÇÃO DE FONTES SONORAS CRÍTICAS	29
5.1 Câmara acústica.....	29
5.1.1 Equipamento utilizado	31
5.1.2 Resultados das gravações	31
5.1.3 Análise dos resultados das gravações.....	36
5.2 Medições de ruído parcial	36
5.3 Mapa de ruído	38
5.3.1 Software utilizado	38
5.3.2 Parâmetros considerados	38
5.3.3 Construção do modelo tridimensional.....	39
5.3.4 Mapa de ruído da situação atual	41
5.3.5 Mapa de ruído da situação atual “2021”	42

5.4	Análise dos níveis de ruído parcial.....	43
5.4.1	Análise crítica das evidências.....	44
6.	PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO	45
6.1	Soluções de controlo de ruído	45
6.1.1	Cabine na Torre de Arrefecimento TA4	45
6.1.2	Cabine no ventilador e motor elétrico do RTO1	46
6.1.3	Cabine no ventilador e motor elétrico do RTO2	47
6.1.4	Atenuador no ventilador RTO1: admissão ar	48
6.1.5	Atenuador nas Torres Arrefecimento TA1, TA2, TA3: exaustão ar	48
6.1.6	Atenuador no Ventilador extração Sala Compressores	49
6.1.7	Atenuador nos 2 Ventiladores extração Sala Caldeiras	49
6.1.8	Atenuadores e porta na fachada da sala Compressores, Chiller, Bombas, Quadros	50
6.1.9	Atenuadores e porta na fachada da sala das Caldeiras	50
6.1.10	Revestimento de conduta do queimador/ soprador do RTO1	51
6.1.11	Fecho de aberturas existentes na sala Compressores e Chiller	51
6.1.12	Fecho de porta da sala do Chiller da máquina Recobrimento.....	51
6.1.13	Barreira+ cobertura perimetral Z2.....	52
6.1.14	Barreira + cobertura a envolver RTO1 e RTO2.....	52
6.2	Cenários de intervenção.....	53
6.3	Análise dos resultados obtidos pelo plano redução ruído.....	54
7.	ESTIMATIVA ORÇAMENTAL.....	55
8.	REFERÊNCIAS.....	56

ANEXOS

Anexo 1: Mapas de Ruído

Anexo 2: Mapa de Quantidades e Trabalhos

1. INTRODUÇÃO

A presente Memória Descritiva refere-se ao Plano de Controlo de Ruído emitido pelos equipamentos e atividade laboral das instalações da TMG AUTOMOTIVE, unidade industrial localizada na Rua Comendador Manuel Gonçalves, n.º25, 4770-583, S. Cosme do Vale, Vila Nova de Famalicão. Este trabalho surge no seguimento da ampliação da capacidade de laboração e consequente necessidade, expressa pelo cliente, em diminuir os níveis sonoros propagados para o exterior das instalações, considerando a existência de habitações nas imediações da unidade industrial que representam pontos sensíveis e para os quais é necessário avaliar e controlar os níveis de ruído.

O objetivo deste trabalho é, portanto, a definição de soluções de controlo do ruído dos equipamentos para o exterior, diminuindo os níveis sonoros emitidos para os recetores sensíveis, por forma a cumprir os requisitos legais.

Em virtude dos objetivos traçados, o serviço de consultoria desenvolvido neste Estudo permitiu identificar os principais focos de ruído existentes, com impacto na envolvente e definir soluções que permitam o cumprimento dos critérios legais no domínio da poluição sonora. Neste sentido foi elaborado um plano de ação dividido nas seguintes fases:

1. Ensaios acústicos preliminares para caracterização da situação existente (caracterização do ruído residual e do ruído ambiente);
2. Aquisição de dados de caracterização dos elementos construtivos das instalações e seus equipamentos e medições dos níveis de pressão sonora junto dos equipamentos
3. Gravações com Câmara Acústica e identificação de fontes sonoras críticas;
4. Elaboração de Mapa de Ruído;
5. Plano de Controlo de Ruído;
6. Estimativa Orçamental.

A primeira destas fases envolveu a realização de ensaios de incomodidade sonora em 2 recetores críticos, durante o período noturno (23 horas – 07 horas). A segunda e terceira fase compreenderam, além do levantamento dos elementos construtivos das instalações, a realização de medições de pressão sonora junto de fontes sonoras e gravações com câmara acústica para caracterização dos equipamentos críticos existentes nas instalações. A aquisição de dados e realização de medições (fases 1, 2 e 3) foram desenvolvidas em simultâneo, de acordo com a disponibilidade de condições necessárias para realização dos trabalhos.

Resumem-se de seguida as principais datas de medições e recolha de informação:

- 14 Julho 2020: Aquisição de dados de caracterização dos elementos construtivos da fábrica e medições de ruído residual nos recetores R1 e R2, período noturno;
- 16 Julho 2020: Medições de ruído residual nos recetores R1 e R2, período noturno;
- 06 Agosto 2020: Medições dos níveis de pressão sonora junto de equipamentos, gravações com câmara acústica e medições de ruído ambiente nos recetores R1 e R2, período noturno.
- 10 Agosto 2020: Medições dos níveis de pressão sonora junto de equipamentos e medições de ruído ambiente nos recetores R1 e R2, período noturno;
- 02 Dezembro 2020: Medições dos níveis de pressão sonora junto de equipamentos e medições de ruído parcial no recetor R2, período diurno.

Em todas as visitas foram recolhidos dados relativos à laboração e funcionamento das instalações industriais.

A partir da análise da informação recolhida e dos documentos cedidos pela TMG AUTOMOTIVE foram elaborados os mapas de ruído da situação atual e, com base nas soluções definidas, obtidos os mapas da situação futura.

O presente estudo encontra-se dividido em 6 partes principais: a exposição das disposições legais aplicáveis; o estabelecimento dos critérios acústicos que permitiram dimensionar as soluções construtivas; a caracterização do ambiente sonoro atual, a identificação de fontes sonoras, os resultados do dimensionamento e a descrição das diferentes soluções a adotar.

1.1 Documentos analisados

Os principais documentos que foram tomados em consideração para este projeto são os seguintes:

- Elementos de Arquitetura cedidos pela TMG, recebidos a 30/março/2020:
 - Planta “LAY-OUT, PISO 0 e PISO 1”, datada de fevereiro/2020, documento “Planta_TMGAUTO2_4026022020 Acústica.dwg”
- Relatório de ensaios acústicos datados de nov./2019 cedidos pela TMG, recebidos a 30/julho/2020;
- Elementos de Arquitetura cedidos pela TMG, recebidos a 14/julho/2020:
 - Documento “Planta_TMGAUTO2_piso0_1-1000.pdf”;
 - Documento “Planta_TMGAUTO2_piso0_geral_1-1500.pdf”;
 - Documento “Planta_TMGAUTO2_piso1_1-1000.pdf”;
 - Documento “Vista aerea zona sul_G. Earth.pdf”;
 - Documento “Zona_Industrial_1-2000.pdf”.
- Dados relativos aos equipamentos, cedidos pela TMG a 30/março/2020
- Documentos disponíveis no site da Câmara Municipal de Famalicão:
 - Plano Diretor Municipal, Planta de Ordenamento IV – Zonamento acústico, datado de junho/2019, consultado em janeiro/2021 através do site <https://www.cm-vnfamalicao.pt/elementos-fundamentais-do-plano>
 - Planta topográfica com curvas de nível;
- Documento disponível no site da APA – Agência Portuguesa do Ambiente:
 - Mapas de ruído municipais (indicadores L_{den} e L_n) consultado em dezembro/2020 através do site https://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/MapasRuidoMunicipais/Mapasderuidomunicipais_out2020.pdf
 - Mapa de Ruído L_{den} do Município de Vila Nova de Famalicão, datado de fevereiro/2010, Referência 08_429_MRPM01, consultado em dezembro/2020

- Mapa de Ruído L_n do Município de Vila Nova de Famalicão, datado de fevereiro/2010, Referência 08_429_MRPM01, consultado em dezembro/2020;
- Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P:
 - Dados de contagens de tráfego rodoviário emitidos pelo IMT;

2. ENQUADRAMENTO LEGAL

O presente Estudo enquadra-se no atual Regulamento Geral do Ruído sob o Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, retificado pela Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de Março, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto. Serão seguidamente descritas algumas disposições introduzidas pela legislação atual que são mais relevantes para a realização deste projeto.

2.1 Regulamento Geral do Ruído, Decreto-Lei 9/2007 de 17 de Janeiro

No Capítulo I, Artigo 3º, alínea p) são definidos novos períodos temporais de referência para análise dos níveis sonoros de avaliação.

p) Períodos de referência:

- i) Período diurno, das 7 às 20 horas;*
- ii) Período do entardecer, das 20h às 23h;*
- iii) Período nocturno, das 23 às 7 horas;*

Nas alíneas seguintes, v), x) e z) do ponto anterior são definidas denominações para zonas territoriais que se enquadram em diferentes tipos de ambientes sonoros.

v) Zonas mistas - 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) Zonas sensíveis - território vocacionado 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) Zonas urbanas consolidadas - a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

No Capítulo III, Artigo 11º, o ponto 1 estabelece que:

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 ;

c) As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infra-estrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador Lden, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador Ln;

d) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura de transporte aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador Lden, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador Ln;

e) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador Lden, e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador Ln.

E o ponto 3 estabelece que:

3 — Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os nº 2 e 3 do artigo 6º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos receptores sensíveis os valores limite de Lden igual ou inferior a 63 dB(A) e Ln igual ou inferior a 53 dB(A).

O Artigo 12.º estabelece o método de controlo prévio das operações urbanísticas, relevante para o caso em análise:

6 — É interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite fixados no artigo anterior.

O Artigo 13º referente a actividades ruidosas permanentes estabelece que:

1—A instalação e o exercício de actividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos receptores sensíveis isolados estão sujeitos:

b) Ao cumprimento do critério de incomodidade, considerado como a diferença entre o valor do indicador LAeq do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade ou actividades em avaliação e o valor do indicador LAeq do ruído residual, diferença que não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e 3 dB(A) no período nocturno, nos termos do anexo I ao presente Regulamento, do qual faz parte integrante.

2 — Para efeitos do disposto no número anterior, devem ser adoptadas as medidas necessárias, de acordo com a seguinte ordem decrescente:

- a) Medidas de redução na fonte de ruído;*
- b) Medidas de redução no meio de propagação de ruído;*
- c) Medidas de redução no receptor sensível*

E o ponto 5 estabelece que:

5— O disposto na alínea b) do nº1 não se aplica em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador de LAeq do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A) ou para um valor do indicador LAeq do ruído ambiente no interior dos locais de recepção igual ou inferior a 27 dB(A), considerando o estabelecido nos n.ºs 1 e 4 do anexo I.

No ANEXO I (a que se refere o artigo 13.º):

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)
$q \leq 12,5\%$	4
$12,5\% < q \leq 25\%$	3
$25\% < q \leq 50\%$	2
$50\% < q \leq 75\%$	1
$q > 75\%$	0

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

2.2 Definições

- Ruído Ambiente (R.A.) — 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 Residual (R.R.), ou Ruído de Fundo — Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação.
- Ruído Particular (R.P.), ou Ruído Perturbador — Componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora.
- Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, L_{Aeq} , de um ruído e 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.
- Recetor sensível – Edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;
- Nível de Avaliação, L_{Ar} – Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado das correções devidas às características tonais e impulsivas do som;
- Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno, L_{den} – Nível sonoro médio de longa duração durante os períodos diurno (07 horas – 20 horas), entardecer (20 horas – 23 horas) e noturno (23 horas – 07 horas);
- Indicador de ruído noturno, L_n – Nível sonoro médio de longa duração durante o período noturno (23 horas – 07 horas);

- i) Mapa de Ruído – Apresentação de dados sobre uma situação de ruído existente ou prevista em termos de um indicador de ruído, onde se representam as áreas e os contornos das zonas de ruído às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);
- j) Nível de potência sonora, L_w : Determinação de níveis de potência sonora em dB ou dB(A) em bandas de frequências de 1/3 de oitava, segundo os procedimentos descritos nas normas aplicáveis, EN ISO 3744 e EN ISO 3746.

3. CRITÉRIOS ACÚSTICOS

3.1 Classificação acústica da envolvente

Para efeito de caracterização da situação acústica atual, procedeu-se à análise do enquadramento das instalações da TMG Automotive, unidade industrial localizada na Rua Comendador Manuel Gonçalves, n.º25, 4770-583, S. Cosme do Vale, Vila Nova de Famalicão.

A unidade fabril da TMG Automotive é limitada a Sudoeste pela fábrica Joledila – Fabricação de produtos alimentares, e a Sul por algumas moradia, como observável na Figura 1. A Norte atravessa a via de acesso CM1490



Figura 1 - Localização da TMG Automotive e dos pontos de medição dos recetores sensíveis avaliados.

Foi consultado o Plano Diretor Municipal de Vila Nova de Famalicão, em particular a Planta de Ordenamento, assim como os Mapas de Ruído L_{den} e L_n do Município de Vila Nova de Famalicão. Os resultados obtidos estão descritos nas figuras que se seguem.

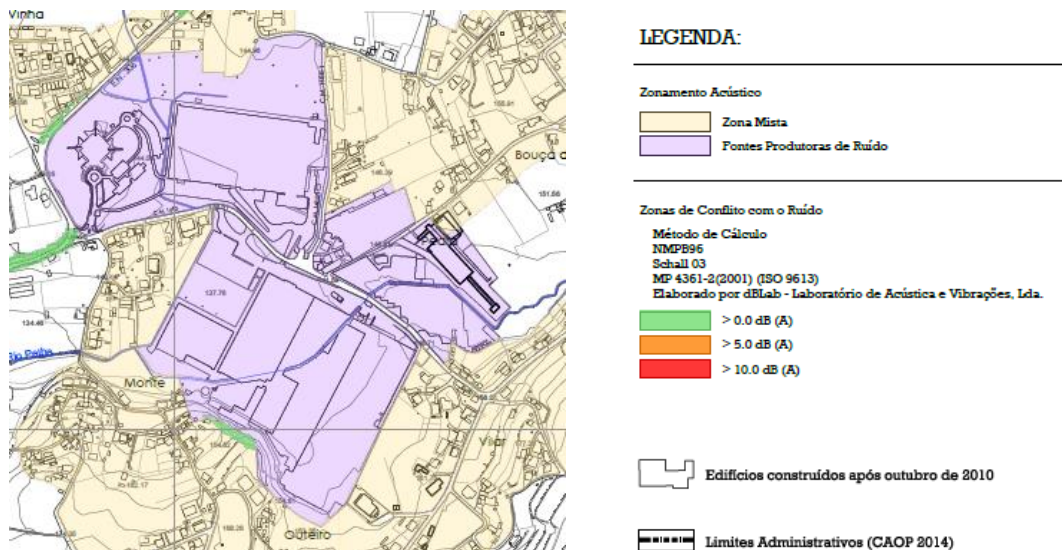


Figura 2 - Extrato da Planta de Ordenamento IV - Zonamento acústico (Consultado em jan/2021).

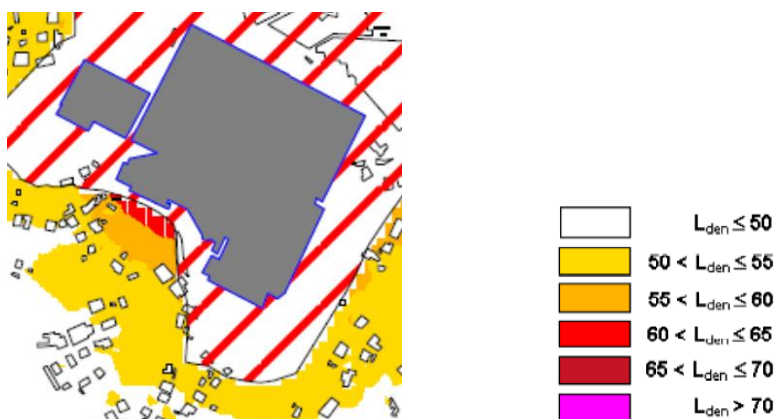


Figura 3 - Extrato de Mapa de Ruído – período diurno-entardecer-noturno L_{den} (Consultado em jan/2021).

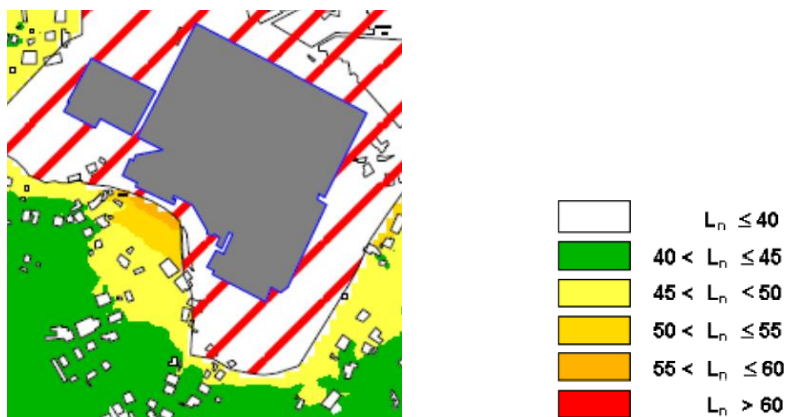


Figura 4 - Extrato de Mapa de Ruído – período diurno-entardecer-noturno L_n (Consultado em jan/2021)

Através da consulta destes elementos verificou-se que, quanto ao zonamento acústico, a unidade fabril TMG Automotive está localizada numa zona classificada como fonte produtora de ruído e que os 2 recetores analisados se enquadram numa zona mista.

De acordo com os Mapas de Ruído o local da unidade industrial é considerado como espaço industrial. Através da análise dos mapas de ruído especificamente para a localização dos edifícios em questão, verifica-se ser uma zona sem sobreexposição ao ruído dado que $L_{den} > 70 \text{ dB(A)}$ e $L_n > 60 \text{ dB(A)}$. Ou seja, não são ultrapassados os níveis sonoros de longa duração admissíveis em Zonas Mistas nomeadamente $L_{den} \leq 60 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 50 \text{ dB(A)}$.

3.2 Níveis Sonoros Máximos Admissíveis

A TMG Automotive labora 24 horas por dia, todos os dias da semana, com exceções conforme o programa laboral. Assim, foi considerada a situação crítica de laboração durante a totalidade da duração dos 3 períodos, diurno, entardecer e noturno.

Tendo em conta o período de laboração da unidade industrial e a classificação da localização dos recetores sensíveis de zona mista quanto ao zonamento acústico, o exercício da atividade laboral e o funcionamento de equipamentos laborais deverão estar sujeitos ao cumprimento dos limites indicados na Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 - Limites do critério de exposição máxima

Zonamento acústico	Valores limite de exposição ao ruído	
Zona Mista	L_{den}	$\leq 65 \text{ dB(A)}$
	L_n	$\leq 55 \text{ dB(A)}$

L_{den} – Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno

L_n – Indicador de ruído noturno

Tabela 2 - Limites do critério de incomodidade sonora

Período	Critério de incomodidade $L_{Aeq} (R.A.) - L_{Aeq} (R.R.) + D$
Diurno (07 horas – 20 horas)	$\leq 5 \text{ dB(A)}$
Entardecer (20 horas – 23 horas)	$\leq 4 \text{ dB(A)}$
Noturno (23 horas – 07 horas)	$\leq 3 \text{ dB(A)}$

R.A. – Ruído Ambiente (medido com as fontes sonoras em funcionamento)

R.R. – Ruído Residual (medido sem as fontes sonoras em funcionamento, sem ruído particular)

O cumprimento do critério de exposição máxima pode ficar condicionado pelo ruído característico da zona. Nessa situação, o ruído particular proveniente do edifício deve ser avaliado de forma a determinar a sua contribuição para o ruído ambiente total.

O Regulamento Geral do Ruído estabelece níveis máximos do nível de pressão sonora contínuo equivalente abaixo dos quais o critério de incomodidade não é aplicável. Sendo esta avaliação considerada nas situações onde um potencial queixoso ou recetor sensível pode sentir incómodo sonoro (seja no interior quer no exterior de edifícios), reproduzimos aqui a nossa leitura do n.º 5 do artigo 13.º deste regulamento:

- O critério de incomodidade no exterior dos locais de receção não se aplica em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador de L_{Aeq} do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A).

- O critério de incomodidade no interior dos locais de receção não se aplica em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no interior dos locais de receção igual ou inferior a 27 dB(A).

O n.º 5 do artigo 13.º pode ser interpretado de forma distinta, tornando a não aplicabilidade do critério de incomodidade associada ao cumprimento de apenas um dos parágrafos anteriores. No entanto, com base na nossa experiência e opinião de outros consultores acústicos, essa interpretação não se enquadra no intuito da lei de proteger os cidadãos da poluição sonora onde estes se encontrem, pelo que não é aqui considerada.

4. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE SONORO

Para se proceder à análise das soluções de controlo de ruído é de extrema importância uma caracterização adequada do ambiente acústico que se pretende estudar.

Anteriormente ao contexto do presente estudo, foram efetuados, por outra entidade, ensaios de ruído ambiente (setembro/2019 e outubro/2019) e de ruído residual (dezembro/2017 e janeiro/2018) para verificação do cumprimento do critério de exposição máxima e do critério de incomodidade num total de 4 recetores sensíveis localizados nas imediações das instalações da TMG Automotive, em V. N. Famalicão. O relatório a que se referem estes ensaios (datado de 25/novembro/2019), foi devidamente analisado no contexto do presente estudo. Contudo, tendo em conta o facto de os resultados dos ensaios de incomodidade terem dado valores negativos, o que significa que os níveis sonoros obtidos com a fábrica em funcionamento foram inferiores aos níveis obtidos com a fábrica desligada estes resultados não foram considerados na presente análise por se demonstrarem como inconsistentes.

Sendo assim, no âmbito da preparação do presente estudo, procedeu-se à realização de ensaios acústicos para avaliação do ruído ambiente e residual em 2 pontos de medição representativos de recetores sensíveis localizados na vizinhança da unidade fabril e identificados pelo representante da TMG Automotive. Os ensaios referidos foram realizados com o objetivo de avaliar a incomodidade sonora atual nos recetores sensíveis devido ao funcionamento da unidade industrial e de servir de calibração para o modelo de cálculo de propagação sonora exterior.

Foram também realizadas medições aquando da atividade laboral, junto dos equipamentos, para caracterização das fontes sonoras.

Os ensaios efetuados no contexto do presente estudo estão descritos nas subsecções seguintes.

4.1 Medições de ruído ambiente e de ruído residual nos recetores

Os ensaios de caracterização da situação existente que agora se referem, foram realizados nas seguintes datas:

- Ruído Residual: 14 e 16 de julho/2020;
- Ruído Ambiente: 6 e 8 de agosto/2020.

4.1.1 Pontos de medição

Os ensaios de incomodidade foram realizados em 3 pontos representativos de recetores sensíveis localizados nas imediações da central, de acordo que a tabela que se segue. Os recetores foram identificados pelo cliente.

Dada a sua elevada proximidade da unidade fabril, a medição do ruído residual e do ruído ambiente nestes pontos permite avaliar a incomodidade sonora causada pelo funcionamento laboral em estudo.

Tabela 3 - Recetores sensíveis avaliados nas imediações da TMG Automotive, em V.N. Famalicão.

Ponto de medição	Coordenadas geográficas
Ponto 1	41°26'24.8"N 8°27'50.8"W
Ponto 2	41°26'28.6"N 8°27'59.3"W

Na Figura 1 observa-se a localização dos recetores medidos no contexto da presente análise e nas figuras seguintes o registo fotográfico dos ensaios acústicos nos 2 recetores. Os ensaios foram realizados a 4 metros de altura por forma a ser o mais representativo possível da localização das habitações.



Figura 5 – Enquadramento e vista do ponto R1.

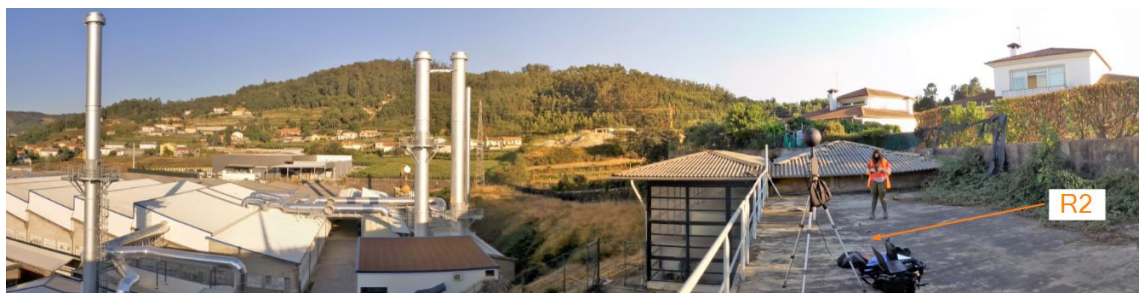


Figura 6 - Enquadramento e vista do ponto R2.

4.1.2 Parâmetros medidos

Os parâmetros de interesse para avaliação do estabelecido no Regulamento Geral do Ruído foram os seguintes:

- Para avaliação da incomodidade, os níveis de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A, L_{Aeq} , para as situações de ruído ambiente (adicionado das correções devidas às características tonais e impulsivas do som) e de ruído residual que assumem respetivamente a nomenclatura de L_{Ar} e L_{Aeq} (R.R.). Definiu-se como período de avaliação da incomodidade o período noturno, compreendido entre as 23 horas e as 7 horas, por se apresentar como sendo a situação mais crítica em termos de incomodidade nos recetores, para a situação em análise.

4.1.3 Resultados das medições

Apresentam-se de seguida os resultados das medições efetuadas para verificação do critério de incomodidade em cada ponto de medição avaliado no exterior.

Tabela 4 - Resultados obtidos relativos à avaliação da incomodidade no R1, período noturno.

Tipo de ruído	ID	Data	$L_{Aeq\ fast\ Parcial}$ [dB(A)]	$L_{Aeq\ imp\ Parcial}$ [dB(A)]	$L_{Aeq\ fast\ Médio}$ [dB(A)]	$L_{Aeq\ imp\ Médio}$ [dB(A)]	Componentes Penalizantes		L_{Ar} (Nível de Avaliação): Parcial [dB(A)]	L_{Ar} (Nível de Avaliação): Médio [dB(A)]
Ruído Ambiente	Med. 13	06.08.2020	46,2	48,7	44,3	46,8	Não? K1=0	Não? K2=0	46,2	44,3
	Med. 14	07.08.2020	44,4	47,7			Não? K1=0	Não? K2=0	44,4	
	Med. 15	07.08.2020	44,3	47,3			Não? K1=0	Não? K2=0	44,3	
	Med. 19	10.08.2020	43,6	46,5			Não? K1=0	Não? K2=0	43,6	
	Med. 20	10.08.2020	43,5	44,6			Não? K1=0	Não? K2=0	43,5	
	Med. 21	11.08.2020	42,7	43,8			Não? K1=0	Não? K2=0	42,7	
Ruído Residual	Med. 1	14.07.2020	43,6	47,9	42,5	46,0	Não	Não	43,6	$L_{Ar} - L_{Aeq\ fast}$ (Médio, do Ruído Residual) (dB(A)): $RA - RR = 1,7 \approx 2\ dB(A)$ Valor Limite: 3 dB(A)
	Med. 2	15.07.2020	40,5	42,4			Não	Não	40,5	
	Med. 3	15.07.2020	41,5	44,9			Não	Não	41,5	
	Med. 7	16.07.2020	43,1	45,1			Não	Sim	43,1	
	Med. 8	17.07.2020	42,8	47,4			Não	Sim	42,8	
	Med. 9	17.07.2020	43,0	45,9			Não	Não	43,0	

Tabela 5 - Resultados obtidos relativos à avaliação da incomodidade no R2, período noturno.

Tipo de ruído	ID	Data	$L_{Aeq\ fast\ Parcial}$ [dB(A)]	$L_{Aeq\ imp\ Parcial}$ [dB(A)]	$L_{Aeq\ fast\ Médio}$ [dB(A)]	$L_{Aeq\ imp\ Médio}$ [dB(A)]	Componentes Penalizantes		L_{Ar} (Nível de Avaliação): Parcial [dB(A)]	L_{Ar} (Nível de Avaliação): Médio [dB(A)]
Ruído Ambiente	Med. 16	07.08.2020	54,8	55,5	54,9	55,6	Não? K1=0	Não? K2=0	54,8	54,9
	Med. 17	07.08.2020	54,8	55,5			Não? K1=0	Não? K2=0	54,8	
	Med. 18	07.08.2020	54,8	55,5			Não? K1=0	Não? K2=0	54,8	
	Med. 22	11.08.2020	55,0	55,8			Não? K1=0	Não? K2=0	55,0	
	Med. 23	11.08.2020	54,9	55,9			Não? K1=0	Não? K2=0	54,9	
	Med. 24	11.08.2020	54,9	55,6			Não? K1=0	Não? K2=0	54,9	
Ruído Residual	Med. 4	15.07.2020	47,7	49,5	47,8	49,6	Não	Não	47,7	$L_{Ar} - L_{Aeq\ fast}$ (Médio, do Ruído Residual) (dB(A)): $RA - RR = 7\ dB(A)$ Valor Limite: 3 dB(A)
	Med. 5	15.07.2020	48,1	50,2			Não	Não	48,1	
	Med. 6	15.07.2020	47,4	49,2			Não	Não	47,4	
	Med. 10	17.07.2020	47,6	49,2			Sim	Não	47,6	
	Med. 11	17.07.2020	48,0	49,5			Sim	Não	48,0	
	Med. 12	17.07.2020	48,2	50,1			Sim	Não	48,2	

Tabela 6 - Verificação do cumprimento do Critério de Incomodidade nos pontos de medição avaliados no exterior.

Ponto	Período	L_{Ar} dB(A)	$L_{Aeq(RR)}$ dB(A)	Incomodidade obtida $L_{AR} - L_{Aeq(RR)} + D$	Critério Regulamentar $L_{AR} - L_{Aeq(RR)} + D$	Cumpre?
R1	Noturno	44,3 dB(A)	42,5 dB(A)	2 dB(A)	≤ 3 dB(A)	Sim
R2	Noturno	54,9 dB(A)	47,8 dB(A)	7 dB(A)	≤ 3 dB(A)	Não

A análise dos resultados permite concluir que, relativamente ao Critério de Incomodidade associada ao funcionamento da atividade da TMG Automotive, verifica-se que, durante o período noturno, há cumprimento dos limites regulamentares aplicáveis no ponto R1 e claro incumprimento no ponto R2.

4.2 Descrição das instalações e das fontes sonoras

No decorrer do processo de análise dos elementos cedidos pela TMG Automotive e de aquisição de dados de caracterização dos elementos construtivos da unidade industrial e seus equipamentos, foram identificadas 6 zonas principais da unidade industrial, as quais estão assinaladas na figura que se segue.

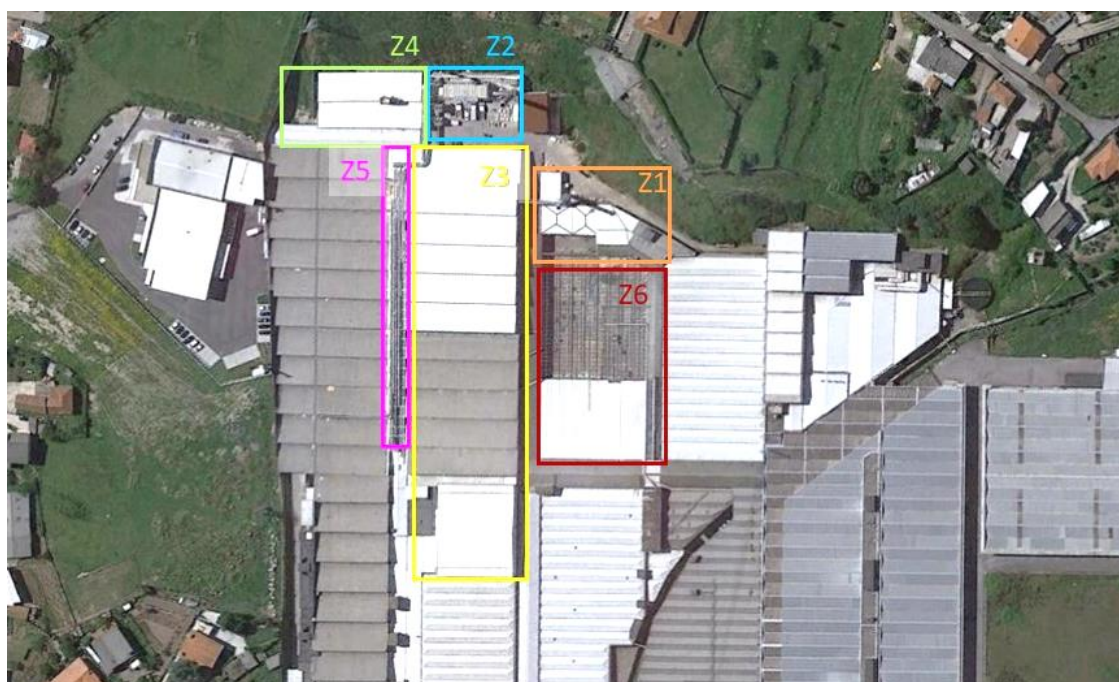


Figura 7 - Identificação das zonas consideradas.

- **Zona 1:** Zona que inclui a torre de refrigeração TA4, chaminé, cabine de bombas hidráulicas, filtros plastificantes e respetivos permutadores, ventilador e conduta de ligação à nave principal.
- **Zona 2:** Zona constituída por bomba de calor, 2 Regenerative Thermal Oxidizer (RTOs), respetivas chaminés e 2 torres de refrigeração (TA), nomeadamente TA1 e TA2.
- **Zona 3:** Zona correspondente à nave principal.
- **Zona 4:** Zona onde constam a sala dos compressores, sala das caldeiras, sala do posto de transformação e torre de arrefecimento TA3.
- **Zona 5:** Cobertura com Unidades de Tratamento de Ar

- **Zona 6:** Zona de armazenamento que passará a incluir uma cabine com duas puncionadoras

As zonas 1, 2 e 4, foram identificadas como sendo as mais críticas, quer pela sua localização relativamente aos recetores, quer pela contribuição para os níveis sonoros no exterior. Nas zonas 5 e 6 não há emissão de ruído relevante, considerando os elevados níveis sonoros no total das instalações.

As zonas 1 e 2 têm vista direta para R2, tal como ilustra a figura que se segue.



Figura 8 - Vista de R2 para a zona Z1.



Figura 9 - Vista de R2 para a zona Z2.

Na tabela que se segue constam, por zona, as principais fontes sonoras identificadas, correspondendo a um total de 41 fontes. Com exceção da bomba de calor, a generalidade dos equipamentos funciona 24 horas por dia, durante os 3 períodos definidos pela legislação, de forma contínua e regular podendo apenas apresentar variações inerentes às necessidades produtivas e exercícios de manutenção. Ao fim de semana a fábrica não labora, exceto algumas exceções ao Sábado.

Tabela 7 – Fontes sonoras avaliadas na unidade industrial da TMG Automotive, V. N. Famalicão.

Fonte sonora	Localização	Descrição	Registo fotográfico
F1E	Z2	Torre de arrefecimento TA 1	
F2E	Z2	Torre de arrefecimento TA 2	
F3E	Z4	Torre de arrefecimento TA3	
F4E	Z1	Torre de arrefecimento TA4	
F8E	Z1	Ventilador Filtros plastificantes (no interior da cabine)	
F9E	Z3	Chiller da máquina recobrimento "tripla" (no interior da sala)	

F10E	Z3	Ventiladores máquina recobrimento "tripla"	
F11E	Z3	Ventiladores "Cozinha Pastas" (no interior do passadiço com grelhas)	
F12E	Z2	Bomba de Calor	
F13E	Z2	RTO1 (Regenerative Thermal Oxidizer)	
F14E	Z2	RTO2 (Regenerative Thermal Oxidizer)	

F15E	Z1	Chaminé FF J3	
F16E	Z2	Chaminé FF J4 (RTO2)	
F17E	Z2	Chaminé FF J2 (RTO1)	
F18E	Z2	Chaminé FF J1	

F19E	Z4	Sala dos Compressores, Chillers, Bombas, Quadros	
F20I	Z4	Sala Caldeiras	
F23E	Z4	Sala Caldeiras - Ventilador 1 de extração	
F24E	Z4	Sala Caldeiras - Ventilador 2 de extração	
F25E	Z1	Conduta ventilador/filtros plastificantes	

F27E	Z2	RTO1 conduta queimador	
F28E	Z2	RTO1 Grelha cabine ventilador queimador	
F29.1E	Z2	RTO1 - Ventilador - admissão ar	
F29.2E	Z2	RTO1 - Motor Elétrico do Ventilador	

F30E	Z3	Sala Compressores - Ventilador extração	
F38E	Z2	RTO2 - Ventilador de admissão	
F39	Z2	RTO2 – Cabine e conduta do ventilador queimador	
F40	Z6	Puncionadora 20 ton (carga máx.)	
F41	Z6	Puncionadora 100 ton (carga máx.)	<i>Não disponível</i>

4.3 Medições de nível de pressão sonora junto de fontes sonoras

Para caracterização das diferentes fontes sonoras relevantes (quer pelos níveis de ruído elevados, ou pela sua posição relativamente aos recetores sensíveis) foram realizadas medições de ruído ambiente durante o período diurno a distâncias próximas do equipamento onde prevalece a influência do equipamento que se pretende caracterizar. O tempo efetivo de medida foi escolhido de modo a que a média efetuada ao longo da medição convergisse para um valor estável representativo da situação em causa.

A escolha dos equipamentos foi feita tendo em conta o binómio potência sonora/ distância aos recetores críticos. No entanto foram efetuadas medições em praticamente todos os equipamentos localizados no exterior e aberturas nas fachadas de pavilhões com equipamentos ruidosos.

No total foram efetuadas 53 medições de nível de pressão sonora junto das fontes sonoras.

No Anexo 1 é possível observar a distribuição e identificação das principais fontes sonoras identificadas.

4.3.1 Equipamento utilizado

Para a realização das medições acústicas foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Sonómetro integrador de precisão Classe 1 e analisador espectral em tempo real CESVA SC310, com módulo de medição de vibrações em bandas de 1/3 de oitava e FFT.
 - o Microfone Cesva C-130
 - o Pré-amplificador PA13-1592
- Calibrador CESVA CSB-5
- Sonómetro e analisador NTi XL2 cumprindo com requisitos IEC 61672, IEC 60651, IEC 60804, ANSI S1.4, ANSI S1.43. Análise espectral em bandas de oitava e 1/3 oitava e análise FFT.
- Microfone e pré-amplificador NTi MA2210.
- Medidor laser de distâncias Bosch DLE 70. Amplitude de medições: 0,05 a 70 metros. Precisão de +- 1,5 mm.

4.3.2 Resultados das medições junto das fontes sonoras

No gráfico seguinte estão representados os resultados das medições do nível de pressão sonora junto das fontes sonoras

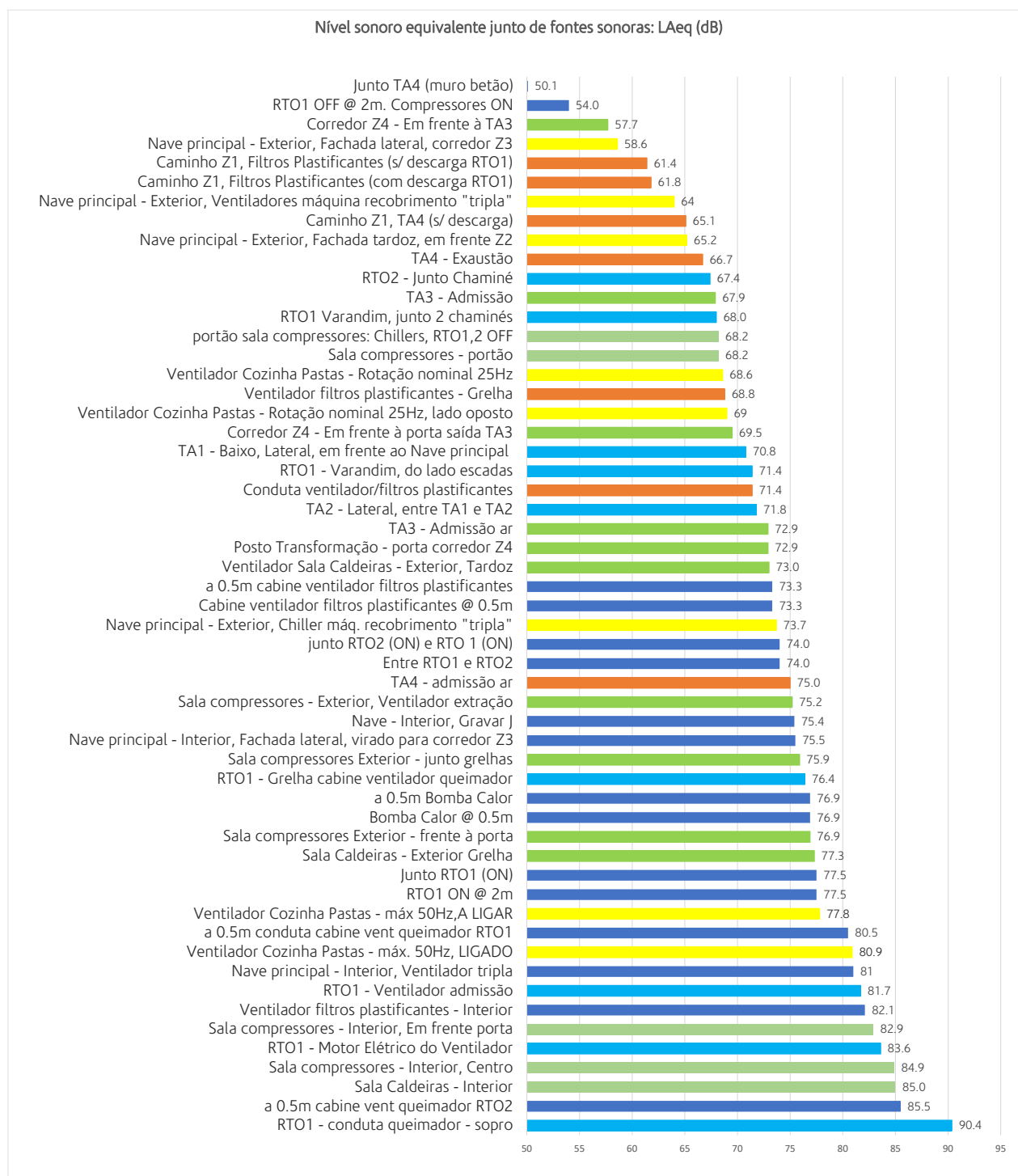


Figura 10 – Resultados das medições na proximidade dos equipamentos

Todas as medições foram realizadas a aproximadamente 1 a 3m de distância dos equipamentos, pelo que o valor apresentado no gráfico foi utilizado para calibração dos mapas de ruído, após processamento dos dados obtidos. No caso das chaminés e condutas à cota elevada, devido à dificuldade de acesso, os níveis sonoros emitidos foram estimados através de medições com a Câmara Acústica.

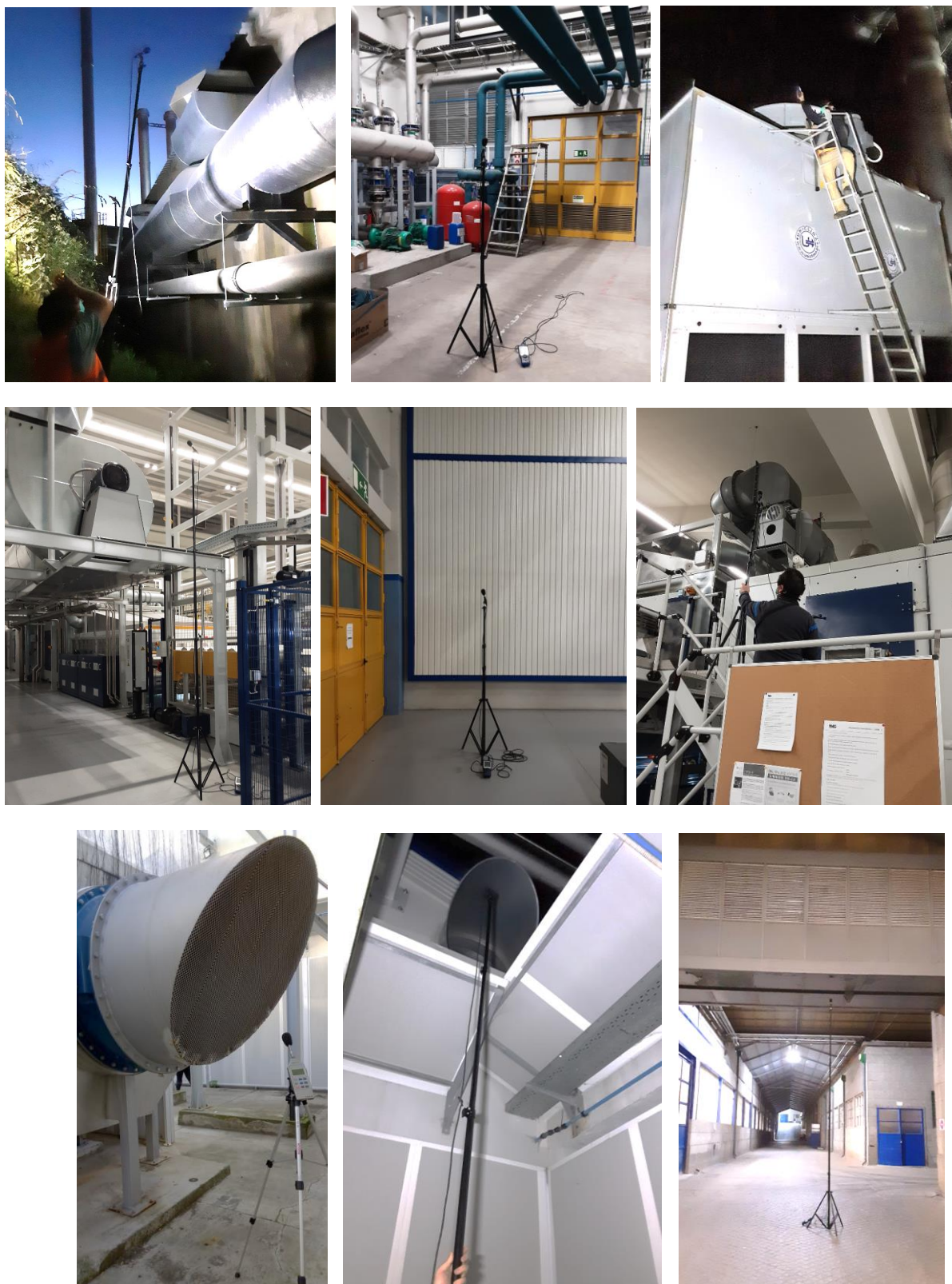


Figura 11 – Seleção de locais/ equipamentos de medição de pressão sonora.

5. IDENTIFICAÇÃO DE FONTES SONORAS CRÍTICAS

Para definir as medidas de minimização de ruído a implementar procedeu-se à identificação das fontes sonoras, utilizando ferramentas complementares:

- Gravações com câmara acústica;
- Tabelas de ruído particular de cada equipamento em cada recetor, fornecidas pelo modelo de cálculo dos mapas de ruído;
- Medições de ruído parcial, com variados cenários de equipamentos ligados e desligados.

Neste capítulo é apresentada a identificação realizada através da câmara acústica, sendo os resultados dos mapas de ruído apresentados no capítulo 5.3.

5.1 Câmara acústica

A câmara acústica utilizada para esta avaliação permite uma análise visual/ áudio num ângulo de 360º, pelo que é possível verificar quais as zonas que contribuem mais para o ruído total, quer estejam ao nível térreo, cotas intermédias, elevadas; próximas ou longínquas. O facto de integrar múltiplos microfones permite, por método de *beamforming*, analisar o ruído rececionado em cada um dos microfones e por “comparação” atribuir zonas de maior radiação sonora na imagem filmada. Após a gravação permite visualizar a pressão sonora atribuída a determinada zona da imagem ou, para uma dada gama de frequências quais os locais de origem desse ruído e níveis associados.

Foram efetuadas gravações em 2 locais representativos dos pontos recetores R1, R2 (pontos de maior incomodidade) e em dois locais da zona técnica da TMG, com grande densidade de equipamentos. Foi utilizada uma altura ao solo de cerca de 1,5 metros. Os pontos de gravação com a câmara acústica estão indicados na Figura 12, enquanto que na Figura 13 é possível observar algumas fotos do dispositivo preparado.

Após a deteção das zonas de maior radiação sonora foram efetuadas gravações com sonómetro na proximidade das fontes sonoras correspondentes, de forma a aferir a característica espectral do ruído, bem como a sua magnitude. Deste modo é possível comparar a influência de cada fonte sonora no ponto recetor.

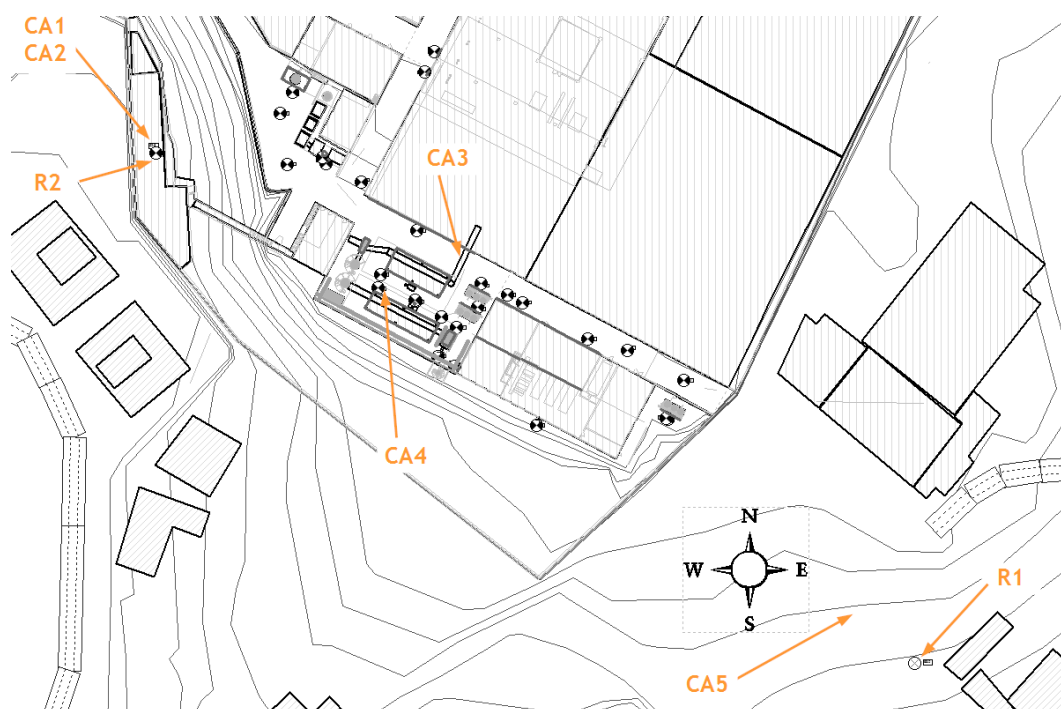
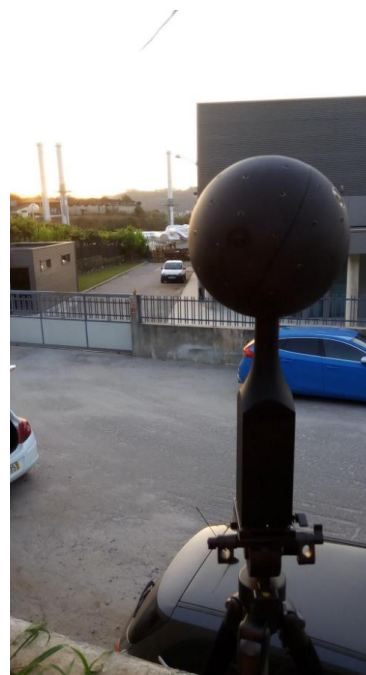


Figura 12 – Legenda e localização em planta dos pontos de gravação com câmara acústica



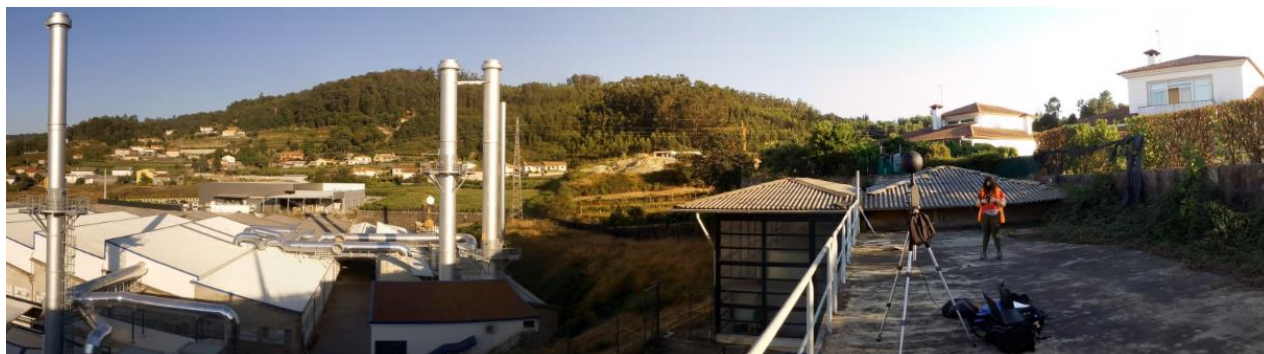


Figura 13 – Vistas de alguns dos locais de gravação com câmara acústica.

5.1.1 Equipamento utilizado

A câmara acústica utilizada para esta avaliação permite uma análise num ângulo visual/ áudio de 360°, pelo que é possível verificar quais as zonas que contribuem mais para o ruído total, quer estejam ao nível térreo, cotas intermédias, elevadas; próximas ou longínquas.

- Câmara panorâmica audiovisual composta por 64 microfones omnidirecionais e por 5 câmaras de vídeo com resolução HD a 1328x1048, distribuídos por uma esfera de alumínio com 20 cm de diâmetro. Os microfones são de classe 2 e estão calibrados com precisão ± 0.1 dB;
- Gama de frequências entre 200 Hz e 7000 Hz;
- Analisador e visualizador de gravação de dados “Visisonics RealSpace Acoustic Analysis Tool” (VRAAT), permitindo panorama áudio/ vídeo e análise no domínio do tempo e frequência. Geração de filmes áudio para análise dinâmica. Projeção em visualização Mercator/ Esférica;
- Projeção em tempo real planificada em alta definição;
- Ferramentas de formação de feixe (Beamforming), integração MATLAB e microfone virtual com filtragem de feixe até à 7ª ordem.

5.1.2 Resultados das gravações

Nas várias imagens seguintes são apresentados os resultados das gravações com câmara acústica, efetuados nos 4 locais. A análise numa gama alargada de frequência permite observar as zonas de maior produção de ruído. De notar que a escala de cores/ intensidade sonora é ajustada para cada imagem de forma a fazer sobressair a zona mais ruidosa relativamente a todas as outras, podendo assim uma mesma cor significar níveis de ruído diversos em diferentes imagens.



Figura 14 – Imagem no local CA5, representativa do recetor R1.

Nas seguintes análises, que foram efetuadas a gamas de frequência distintas, é possível determinar em maior detalhe, quais são as fontes sonoras mais críticas. Como se verificará em algumas das imagens apresentadas é comum detetarem-se também reflexões sonoras em superfícies próximas da câmara acústica que surgem devido à posição relativa entre câmara e fonte sonora. No entanto, estas reflexões são devidamente analisadas e excluídas do processo de identificação ou escalonamento das fontes sonoras.

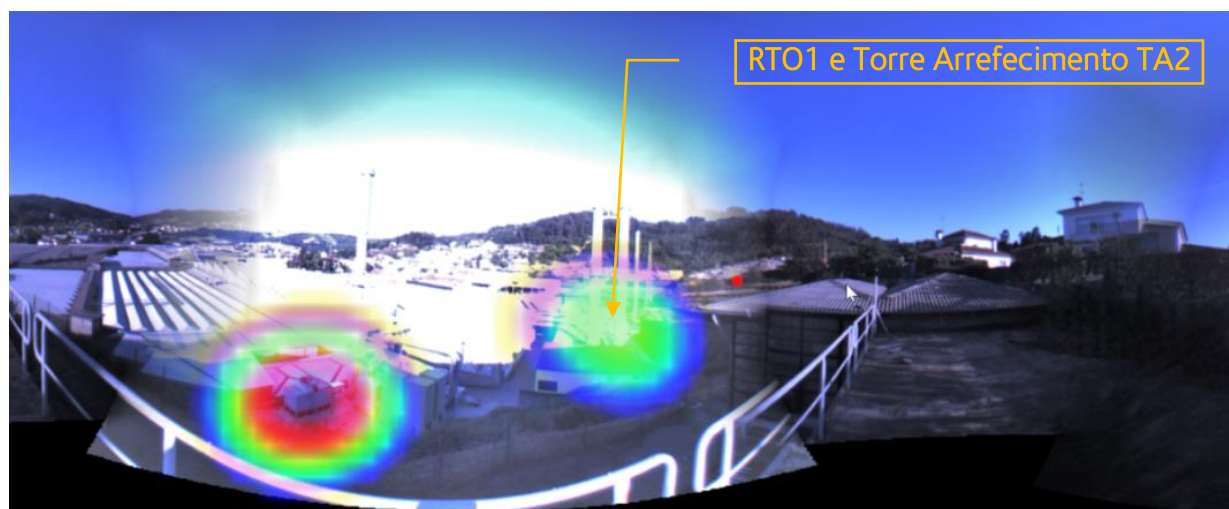


Figura 15 – Imagem no local CA1/ CA2, representativa do recetor R2.

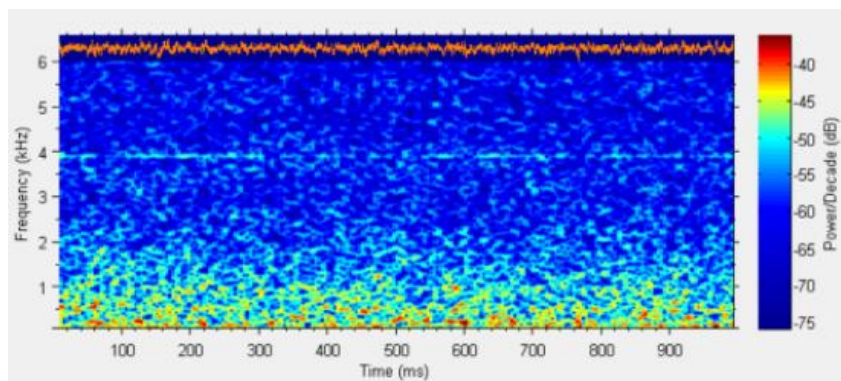


Figura 16 – Espectrograma no ponto CA1, detetando uma fonte proeminente aos 3900 Hz: Torre Arrefecimento 4.

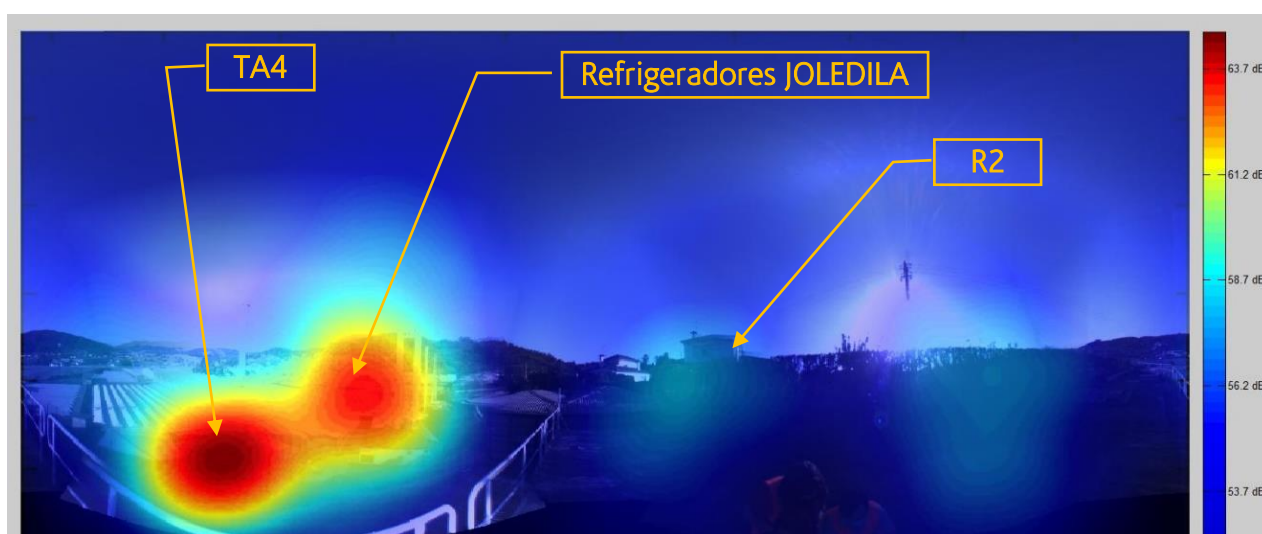


Figura 17 – Imagem 360° a partir do ponto CA1/ CA2, identificando a Torre Arrefecimento 4 e refrigeradores da fábrica Joledila. Análise da gama total de frequências. RTO2 OFF



Figura 18 – Vista a partir do ponto R2 e localização dos refrigeradores da fábrica “Joledila”.

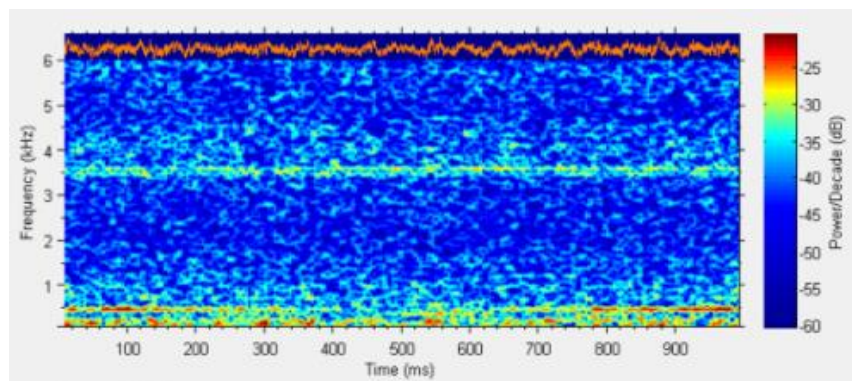


Figura 19 – Espectrograma no ponto CA3, detetando uma fonte proeminente aos 3500 Hz: Ventilador RTO1.

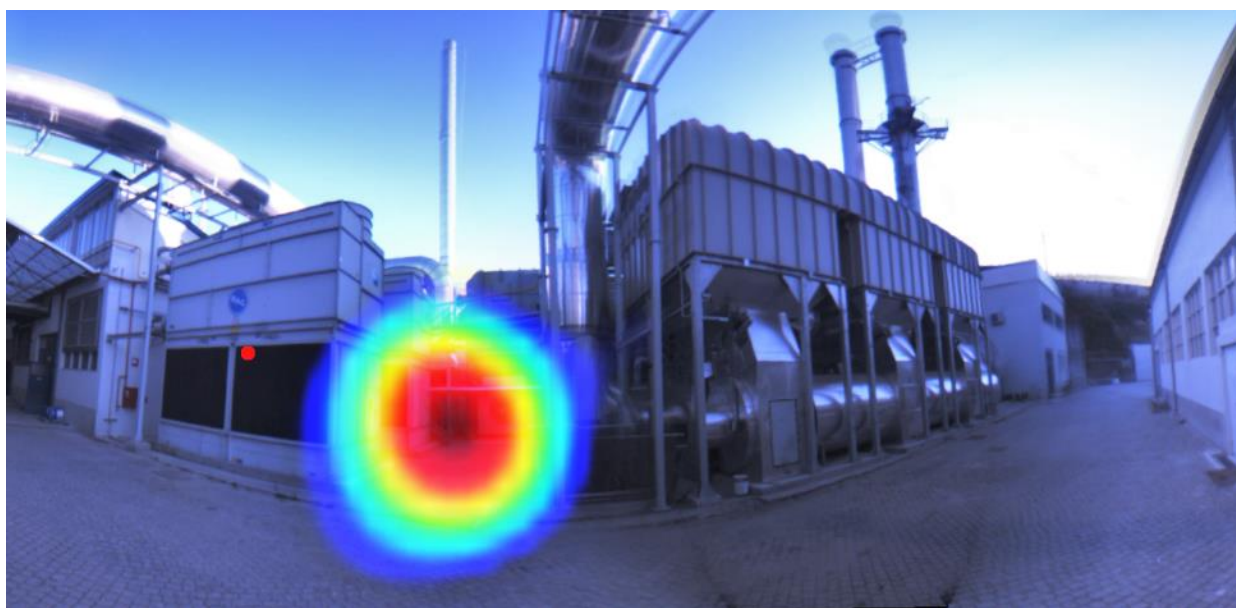


Figura 20 – Imagem no local CA3, identificando a fonte Ventilador RTO1.

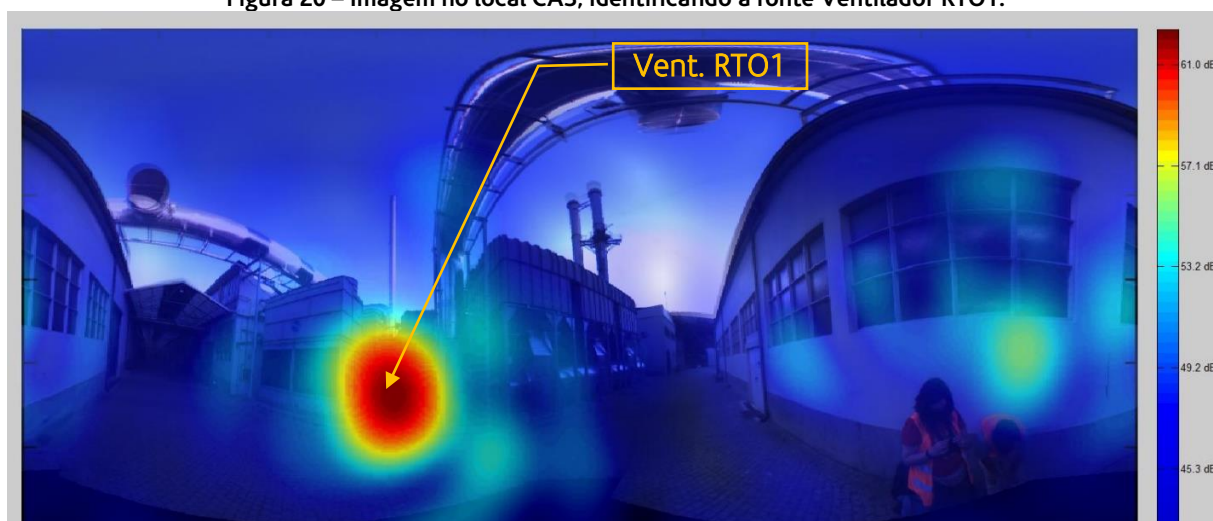


Figura 21 – Imagem 360° a partir do ponto CA3, identificando o Ventilador RTO1. Análise aos 3500 Hz. RTO2 OFF.

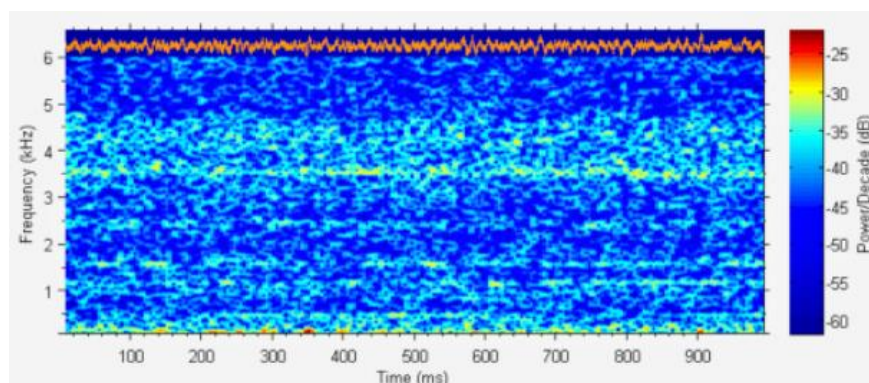


Figura 22 – Espectrograma no ponto CA4, detetando uma fonte proeminente aos 3500 Hz: Ventilador RTO1.

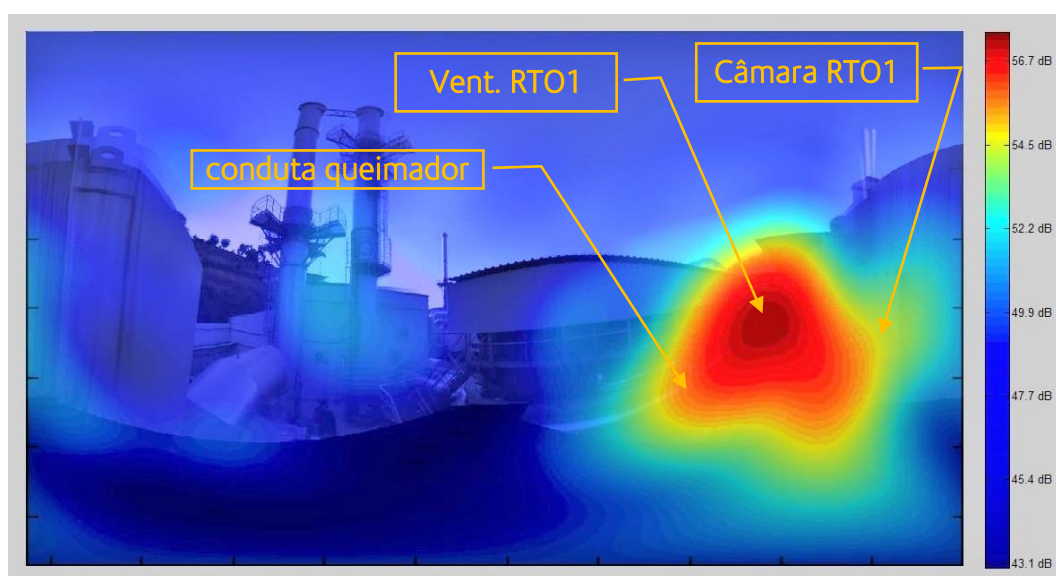


Figura 23 – Imagem 360º no ponto CA4, identificando 3 origens principais de ruído. Análise da gama de frequências entre 400 Hz aos 1 kHz. RTO2 OFF.

Nas figuras acima é possível observar que para diferentes gamas de frequência, surgem fontes sonoras críticas distintas. Algumas fontes identificadas apresentam características tonais, relacionadas com velocidade de rotação de algum elemento mecânico ou fluxo em tubagens de pequeno diâmetro.

Denote-se que a escala de nível de ruído é diferente para todas as imagens, pois a energia de radiação sonora pode mudar consideravelmente em diferentes frequências, permitindo assim destacar as zonas mais ruidosas.

A análise dos resultados das medições com a câmara acústica junto do R1, pela sua elevada distância à TMG, apenas revela uma zona de ruído proveniente das zonas Z1, Z2, Z4.

Para o ponto de receção R2, é observado através da análise em banda larga dos resultados da câmara acústica, a proeminência da fonte Torre Arrefecimento TA4. Observa-se também que os aero-refrigeradores da fábrica Joledila são uma fonte com relevância no ruído total. Adicionalmente, observou-se o ruído ocasional do queimador do RTO1.

A análise dos resultados da câmara acústica, releva também que o ruído emitido pelas chaminés não é considerado preponderante para o ruído total.

5.1.3 Análise dos resultados das gravações

As gravações com câmara acústica, efetuadas em pontos de influência dos recetores críticos, evidenciaram as seguintes conclusões:

- Fontes sonoras de influência no Recetor R1:
 - Ventilador primário e secundário;
 - Chaminés com ruído não relevante.
- Fontes sonoras de influência no Recetor R2:
 - Torre Arrefecimento TA4
 - Aero-refrigeradores da fábrica Joledila;
 - Ventilador e Motor Eletrico do RTO1;
 - Descarga ocaisional do queimador do RTO1;
 - Chaminés e condutas elevadas, com ruído não relevante.

5.2 Medições de ruído parcial

No recetor R2, onde foi registada o maior nível de incomodidade sonora, foi também possível fazer medições de ruído parcial, ou seja, avaliando o funcionamento de equipamentos de em grupos de funcionamento e de forma faseada. Desta forma é possível desde logo avaliar a contribuição de certos equipamentos para o ruido total, permitindo escalonar a sua importância relativa.

Residual Noturno	47.8	46.9	47.4	50.4	49.0	49.2	50.1	53.2	54.4	54.0	54.7	55.0	55.0	55.8	55.5	55.5	56.0	55.7	56.0	56.1
Sala Caldeiras																				
Sala Compressores - Compressores + Bombas																				
TA3_Torre Arrefecimento 3																				
Chiller- Sala compressores	38		*																	
RTO1_Regenerative Thermal Oxidizer	44.5			*	*															
RTO2_Regenerative Thermal Oxidizer	42.7						*													
BC_Bomba Calor																				
TA4_Torre Arrefecimento 4	52.4							*												
TA1_Torre Arrefecimento 1	46.8																			
Chaminé FF J2 (RTO1)	42.8																			
Chaminé FF J1																				
Sala Posto Transformação																				
Nave principal - Máquina Lacar J + Gravar J, L	36.0																			
TA2_Torre Arrefecimento 2	45.8																			
Nave principal - Tripla																				
Ventilador Cozinha Pastas- regime normal	42.7																			
Ventilador Cozinha Pastas: Potência max.	45.3																			
	Ruído particular																			
Eq. Adicional a ligar	*																			
Eq. Adicional ligado																				
ligado																				

Figura 24 – Resultados de medições de ruido parcial no recetor R2

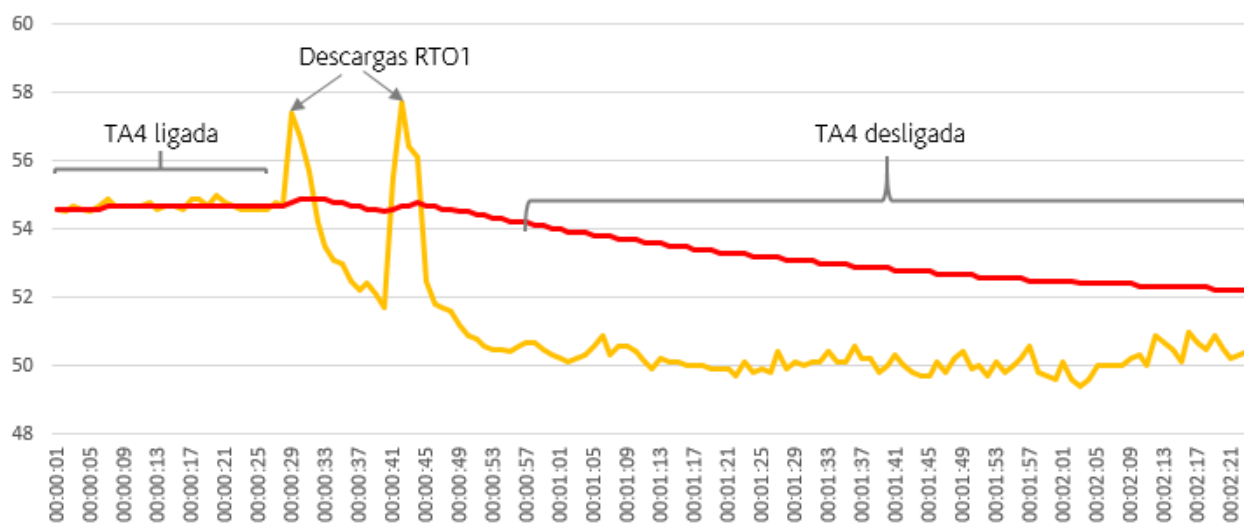


Figura 25 – Registro temporal do nível de pressão sonora instantânea no recetor R2.

5.3 Mapa de ruído

Os mapas de ruído são uma ferramenta de cálculo e análise do impacto sonoro de uma atividade ruidosa, essencial para ajuda à tomada de decisão. Dado o grande número de fontes ruidosas no exterior e sua colocação em diferentes níveis altimétricos da instalação fabril, foi imperativo construir um modelo tridimensional com detalhe suficiente para que se considerasse devidamente a influência dos equipamentos e também dos elementos construtivos que constituem esta unidade industrial.

5.3.1 Software utilizado

Para a análise aprofundada da propagação do ruído no exterior será utilizado o software de simulação CADNA-A versão 3.5.115, desenvolvido pela Datakustik. Este software permite que sejam determinados, mediante os métodos definidos pelo utilizador, todos os caminhos de propagação sonora entre as diferentes fontes e os diferentes recetores, mesmo em zonas de orografia e/ou de obstáculos complexos, integrando, assim, os parâmetros com influência, nomeadamente a topografia, os obstáculos, o tipo de solo e as condições atmosféricas predominantes, e permitindo a análise individual dos níveis sonoros, mediante seleção de recetores específicos, ou a análise global, mediante a produção de mapas de ruído 2D e 3D. Foram tomados em consideração os métodos de cálculo recomendados na Diretiva Europeia 2002/49/CE, relativos à avaliação e gestão do ruído ambiente, nomeadamente:

- Ruído de tráfego rodoviário - o método de cálculo francês “NMPB-Routes-96”;
- Ruído de tráfego ferroviário - o método de cálculo Shall;
- Ruído industrial - o método de cálculo explicitado na norma ISO 9613-2: “Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation”.

Serão identificadas as fontes sonoras principais, existentes e previstas, e os recetores sensíveis críticos na vizinhança, incluindo espaços de utilização sensível do próprio edifício em estudo.

5.3.2 Parâmetros considerados

Considerações do algoritmo de cálculo:

- Erro máximo permitido: 0 dB;
- Raio máximo de busca: 2000 metros;
- Distância mínima fonte/recetor: 0 metros;
- Modelo do Terreno: Triangulação;

Reflexões:

- Ordem máxima da reflexão: 2
- Raio de busca: 100 metros (fonte e recetor);
- Distância máxima fonte/recetor: 1000 metros
- Distância mínima recetor/refletor: 3,5 metros (para que seja contabilizado o som incidente em cada edifício e não o som refletido, conforme preconizado no Anexo I da Diretiva 2002/49/CE);
- Distância mínima fonte/refletor: 0,1 metros.

Altura acima do solo dos Mapas de Ruído

- 4 metros.

Grelha dos Mapas de Ruído:

- 20x20 metros.

Condições atmosféricas:

- Temperatura_Média anual: 17 °C;
- Humidade relativa_ Média anual: 70%.
- Ocorrência de condições favoráveis e desfavoráveis de propagação sonora (gradientes de temperatura e de vento):
- Média anual (na ausência de dados específicos, considerou-se o preconizado no “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, 2007”):
 - o 52 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período diurno;
 - o 75 % de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período do entardecer;
 - o 100% de ocorrência de condições favoráveis em todas as direções no período noturno.

Solo:

- Dada a prevalência de solos semi-permeáveis na envolvente ao terreno da fábrica considerou-se um coeficiente de absorção sonora médio de 0.4.

5.3.3 Construção do modelo tridimensional

A envolvente da fábrica enquadra-se numa zona industrial semi-rural, coexistindo com zonas arborizadas e moradias com logradouro. Foi introduzida a topografia atualizada, bem como a distribuição de equipamentos conforme plantas cedidas pela Direção da fábrica e levantamento efetuado no local. Através de várias visitas à fábrica foi possível retirar informação sobre altura de equipamentos, muros, fachadas, cobertura, tipo de pavimento.

Foi considerado o tráfego rodoviário como principal fonte de ruído residual, mas também o ruído de equipamentos de uma fábrica em concreto. Assim, foram consultadas as contagens de tráfego disponibilizadas pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. para os casos da Estrada Nacional EN14, Auto-estrada A3. Depois estes valores foram ajustados, confrontando com os níveis de ruído residual medidos recentemente, servindo para calibrar o Mapa de Ruído elaborado para o presente estudo.

A figura seguinte representa o modelo tridimensional de cálculo adotado, demonstrando o grau de detalhe necessário à correta representação da situação em análise. A cor azul representa as fontes sonoras consideradas e as esferas a preto e branco os recetores (exteriores e interiores ao terreno da fábrica).

Foi considerado para todos os equipamentos um funcionamento contínuo durante os 3 períodos, com a exceção dos trituradores, cujo período de funcionamento considerado foi das 7 horas às 19 horas, de acordo com as informações cedidas.

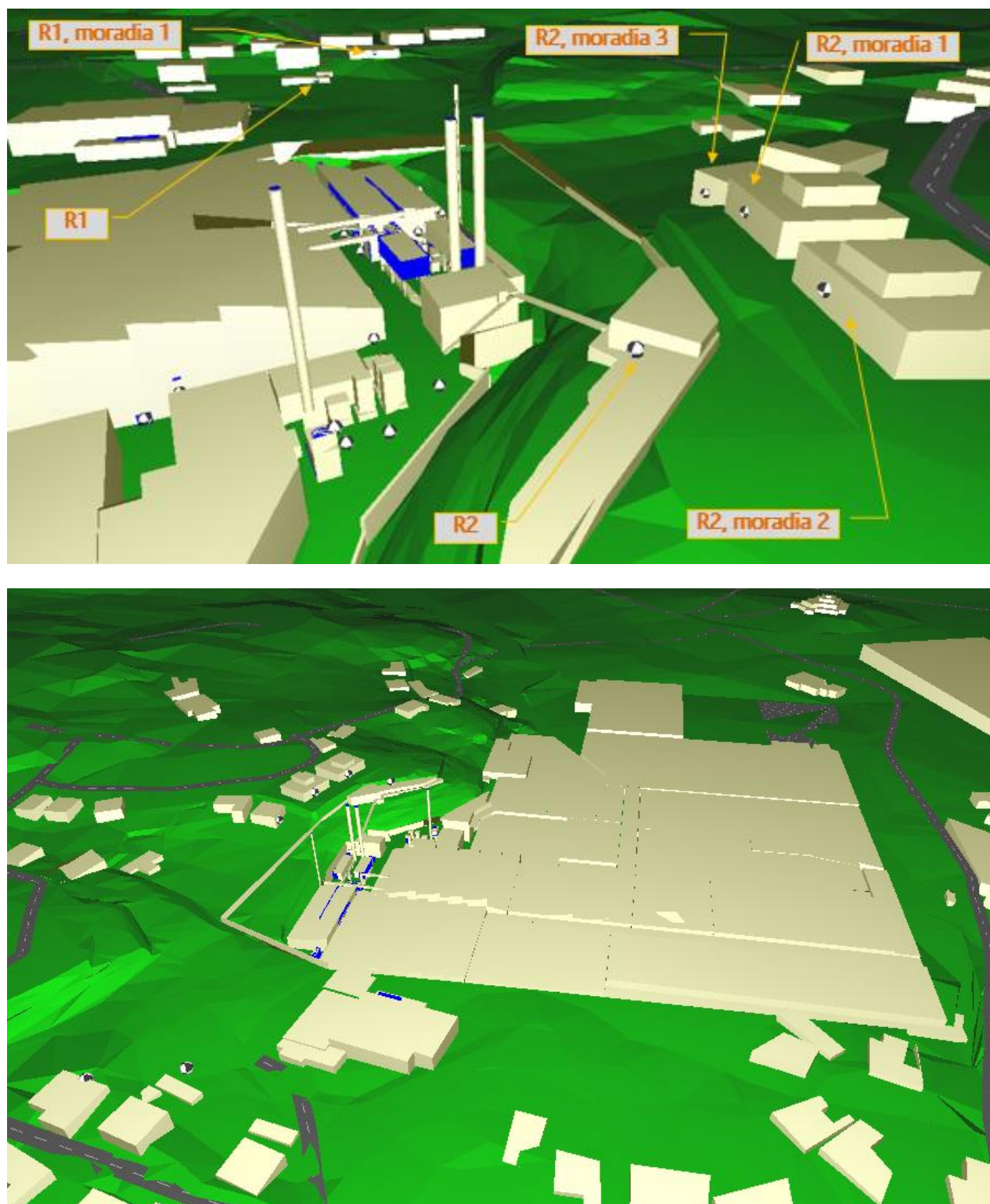


Figura 26 – Vistas tridimensionais do modelo de cálculo.

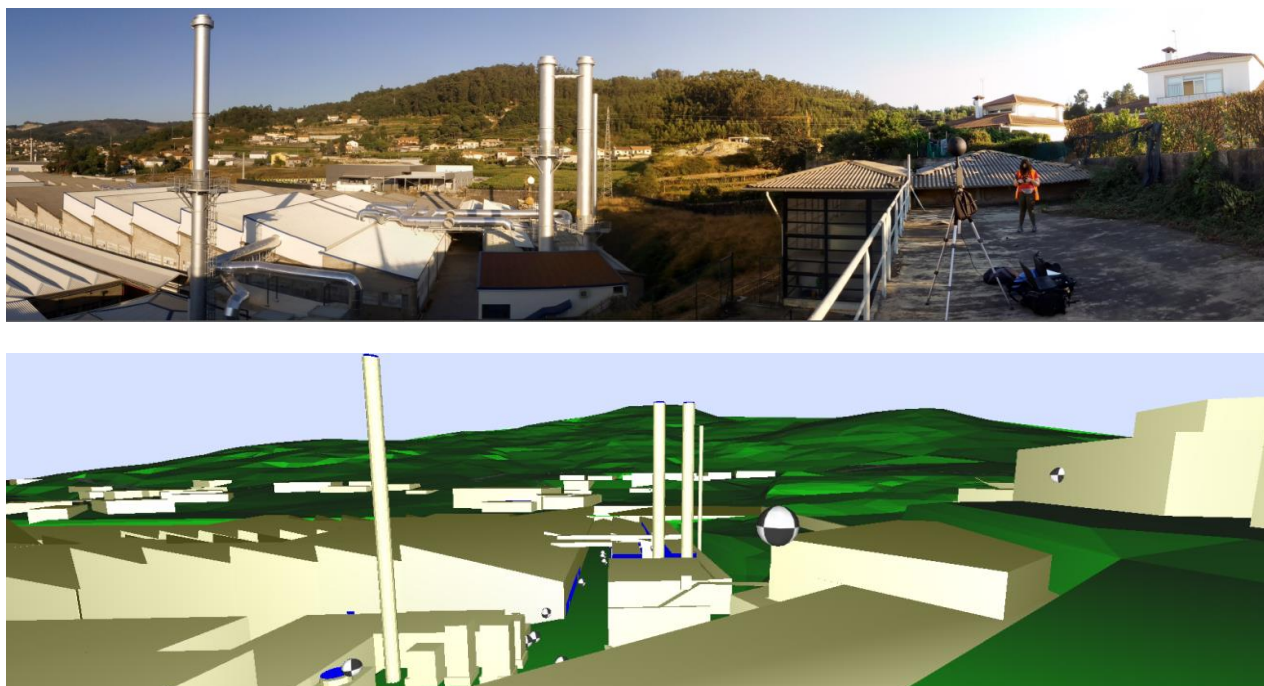


Figura 27 – Comparação entre foto e vista tridimensional do modelo de cálculo

5.3.4 Mapa de ruído da situação atual

Conforme delineado na proposta de trabalho, a avaliação de incomodidade teve em consideração o período mais crítico: noturno, razão pela qual os mapas de ruído terão apenas este período em consideração. Na Tabela 8 é possível verificar as particularidades das condições de funcionamento em cada um dos cenários modelados, tendo em conta as condições dos ensaios efetuados em 2020, bem como o objetivo da TMG em avaliar a introdução de novos equipamentos (2021). Todos os mapas são calculados a uma altura ao solo de 4 metros.

Tabela 8 – Particularidades das condições de funcionamento nos vários cenários apresentados.

Residual (TMG sem atividade)	
Condensadores JOLEDILA	ON
Unidade Climatização Bar TMG	ON
Parque Auto TMG	ON
Ambiente (TMG com atividade)_Configuração 2020	
Ventilador Cozinha Pastas	OFF
TA3	OFF
Bomba Calor	OFF
RTO2	OFF
Ambiente (TMG com atividade)_Configuração 2021	
Todos equipamentos	ON
Ambiente (TMG com atividade)_Cenários de intervenção	
Todos equipamentos	ON

Foi efetuada calibração do modelo de cálculo por comparação com medições efetuadas em pontos dispersos pela fábrica e nos recetores sensíveis, tendo-se obtido uma calibração com desvio médio ± 2 dB(A).

Foi efetuada uma calibração, com desvios inferiores a 1.5 dB(A) (ver Tabela 9), e inferior a 1 dB(A) na incomodidade, o que confere erro aceitável para a representatividade do modelo de cálculo.

Tabela 9 – Grau de calibração entre o modelo e as medições efetuadas. Valores em dB(A)

	Medições			Modelo			Desvios		
	RESID.	AMB.	INCO.	RESID.	AMB.	INCO.	RESID.	AMB.	INCO.
Recetor 1	42.5	44.3	1.8	43.2	45.6	2.4	0.7	1.3	0.6
Recetor 2	47.8	54.9	7.1	47.3	55.2	7.9	-0.5	0.3	0.8

Após a finalização do modelo da situação atual, procedeu-se ao cálculo dos mapas de ruído considerando uma área que incluía os pontos recetores críticos previamente definidos e avaliados. Além dos 2 pontos – R1 e R2 - onde foi efetuada a recolha de dados junto de recetores sensíveis, foram considerados 4 pontos adicionais (ver Figura 26) em que “moradia 1” representa a fachada da moradia mais próxima de cada um dos pontos de medição e as restantes 2 moradias são mais distantes do ponto de medição, mas críticas pela sua proximidade à fábrica. Na Tabela 10 é possível observar o grau de incumprimento legal nos vários pontos à exceção do R1_Calibração (local onde foram feitas as medições), corroborando com a conclusão das medições. Desta forma, no Anexo 1 é possível consultar os mapas de ruído residual, ruído ambiente para o período noturno.

Tabela 10 – Resultados nos recetores sensíveis para a situação atual, configuração 2020. Valores em dB(A)

	Modelo			Medições		
	RESID.	AMB.	INCO.	RESID.	AMB.	INCO.
R1_calibração	43.2	45.6	2.4	42.5	44.3	1.8
R2_calibração	47.3	55.2	7.9	47.8	54.9	7.1
R1_moradia 1	42.6	46.4	3.8	-	-	-
R2_moradia 1	45.1	53.2	8.1	-	-	-
R2_moradia 2	45.6	50.1	4.5	-	-	-
R2_moradia 3	42	46.9	4.9	-	-	-
não cumpre critério legal						
cumpre com margem reduzida						
cumpre com margem segurança						

5.3.5 Mapa de ruído da situação atual “2021”

Conforme já definido na Tabela 8, foram considerados no cenário “2021” todos os equipamentos recentemente instalados e com as condições de funcionamento previstas a partir do ano 2021, por forma a verificar o impacto na incomodidade sonora nos recetores sensíveis. Na Tabela 11 é possível observar um certo aumento de incomodidade de forma generalizada nos vários pontos, configurando agora um incumprimento legal em todos os pontos.

Tabela 11 - Resultados nos recetores sensíveis para a situação atual, configuração 2021. Valores em dB(A).

	Modelo		
	RESID.	AMB.	INCO.
R1_calibração	43.2	46.6	3.4
R2_calibração	47.3	55.5	8.2
R1_moradia 1	42.6	47	4.4
R2_moradia 1	45.1	53.6	8.5
R2_moradia 2	45.6	50.5	4.9
R2_moradia 3	42	48.2	6.2

5.4 Análise dos níveis de ruído parcial

O cálculo dos mapas de ruído inclui uma ferramenta que permite discriminar a contribuição de cada fonte sonora em cada recetor, permitindo assim um escalonamento quantitativo por ordem decrescente. Na Tabela 12 apresenta-se este escalonamento para cada um dos 2 recetores, onde se pode concluir:

1. O recetor 1 tem como principal influência as vias de tráfego seguido pelas Torres de Arrefecimento. Desta forma corrobora com a evidência da conformidade legal do critério de incomodidade;
2. O recetor 2 tem várias fontes de ruído da TMG acima do ruído de tráfego e outras muito próximas ainda que ligeiramente abaixo, contribuindo para a verificação de incomodidade sonora e não cumprimento legal;
3. A Torre de Arrefecimento TA4, nomeadamente a sua zona de admissão de ar é de forma destacada a fonte mais influente;
4. O Ventilador e Motor Elétrico do RTO1 e a Torre de Arrefecimento TA1 são fontes de ruído também influentes no ruído total emitido pela TMG. De referir que as fontes de ruído abaixo das fontes externas à TMG, não significam que não têm relevância para a incomodidade sonora, uma vez que a soma de todas essas fontes poderá resultar no valor ainda assim elevado, razão pela qual a sala dos compressores e

Tabela 12 - Níveis de ruído parcial das principais fontes, com influência nos Recetores 1 e 2

Recetor 1			Recetor 2		
Descrição	ID	L _{Aeq} (R.P) dB	Descrição	ID	L _{Aeq} (R.P) dB
R.de Vilar		37.7	TA4_admissão ar_vert	F4	51.4
CM 1490	A01	35.9	Ventilador RTO1_vert	F29	42.8
TA4_admissão ar_vert	F4	35.8	Ventilador RTO1_hor	F29	42.4
TA1_ventilador exaustão	F1	35.5	Ventilador RTO1_admissão	F29	40.5
TA1_ventilador exaustão	F1	34.3	TA1_ventilador exaustão	F1	40.3
TA1_ventilador exaustão	F1	33	TA1_ventilador exaustão	F1	40
R. dos Outeiros	A01	32.7	TA1_ventilador exaustão	F1	39.9
N319	A01	32.7	JOLEDILA_Condensadores		39.8
Ventilador RTO2_hor	F40	32.4	CM 1490	A01	39.8
RTO2_câmara_vert	F29	32.3	RTO1_conduta queimador	F28	39.5
JOLEDILA_Condensadores		32.2	Sala compressores Grelha fachada	F19	39.4
Ventilador RTO2_vert	F29	32	UE Bar		39.3
RTO1_conduta queimador	F28	31.7	RTO1_câmara_vert	F13	38.3
Parque Auto TMG		31	Parque Auto TMG		38.2
Sala compressores Grelha fachada	F19	31	R. dos Outeiros	A01	37.8
RTO1_câmara_vert	F13	30.1	Ventilador extração Sala Compressores	F30	37.7
R.Sra. dos Bons Caminhos		29.5	Chiller recobr_Portão	F9	37.6
R.do Monte	A01	28.9	Ventilador Cozinha Pastas	F11	36.2
Tv. dos Outeiros	A01	28.2	TA2_ventilador exaustão	F2	36

Av. Tibães	A01	28.1	TA4_ventilador exaustão	F4	35.6
TA3_ventiladores	F3	27.3	TA2_ventilador exaustão	F2	35.4
Avenida de Aziveiro		26.1	RTO2_câmara_vert	F29	35.3
Acesso	A01	25.9	TA2_ventilador exaustão	F2	35.2
M625	A01	25.7	R.de Vilar		35.1
Sala compressores - Portão	F19	25.5	N319	A01	35
Sala Caldeiras - Grelha fachada	F20	24.8	Conduta ventilador filtros plastificantes	F25	35
Sala Caldeiras - Portão	F19	24.4	Ventilador filtros plastificantes - Grelha	F08	34.9
TA3_ventiladores	F3	24.2	Ventilador RTO2_hor	F40	34
R.da Regada	A01	24.1	Av. Tibães	A01	32.2
TA3_ventiladores	F3	23.3	Ventilador RTO2_vert	F29	31.8
TA3_vertical entrada ar	F3	22.8	Sala Caldeiras - Grelha fachada	F20	31.6
TA1_corpo	F1	22.7	Tv. dos Outeiros	A01	31.5
Ventilador RTO1_admissão	F29	22.6	R.do Monte	A01	31.2
Janela cobertura sala compressores	F12	22.2	Ventilador Maq. Recobrimento	F10	31
Vent. Ext. Sala Caldeiras	F23	22	TA2_admissão ar_vert	F2	30.8
TA3_corpo	F3	21.3	TA1_corpo	F1	30.2
chaminé FFJ2 w silencer	F17	21.2	TA3_ventiladores	F3	30
R. Bacelar de Cima	A01	21.2	Chaminé FFJ3 w vibration damper	F15	29.6
chaminé FFJ4 w vibration damper	F16	21.1	TA3_ventiladores	F3	29.1
TA2_ventilador exaustão	F2	20.4	Avenida de Aziveiro		28.9
Janela cobertura sala caldeiras	F31	20.1	M625	A01	28.7
Ventilador Cozinha Pastas - Rotação nominal 25Hz_NORMAL	F11	19.8	Janela cobertura sala compressores	F12	28.6
Ventilador RTO1_vert	F29	18.7	R.da Regada	A01	28.5
TA1_admissão ar_vert	F1	18.5	Janela cobertura sala caldeiras	F31	28
TA2_ventilador exaustão	F2	18.2	TA3_ventiladores	F3	27.7
R. da Pedra	A01	18.2	Vent. Ext. Sala Caldeiras	F23	27.6
Bomba Calor	F12	17.9	TA1_admissão ar_vert	F1	26.8
Chaminé FFJ1	F18	16.7	Bomba Calor	F12	26.7
TA2_ventilador exaustão	F2	15.5	TA2_corpo	F2	25.3

5.4.1 Análise crítica das evidências

O cruzamento de dados entre os resultados do mapa de ruído e das gravações com câmara acústica descritas no capítulo 5, permitiram concluir quais os equipamentos específicos têm uma influência preponderante nos recetores nomeadamente:

- Torre Arrefecimento TA4, sobretudo a zona de admissão de ar;

- Torres Arrefecimento TA1 e TA2;
- Ventilador e Motor Elétrico do RTO1;
- Descarga ocasional do queimador do RTO1;
- Sala dos compressores, chillers e ventilador associado;
- Sala das caldeiras;

Verificam-se ainda ruídos de impacto muito frequentes, que ocorrem da impulsão da matéria prima para o queimador. Estes ruídos, embora pontuais, são impulsos, e têm, desta forma, uma grande influência na incomodidade sentida nos pontos de receção críticos. Estas conclusões quando cruzadas com as medições de ruído parcial efetuadas nos pontos recetores, permitem concluir que a forte influência das diversas fontes sonoras descritas anteriormente, se deve à sua elevada potência sonora, e à sua característica espectral e impulsiva.

Com base nestas conclusões e resultados expressos anteriormente foi elaborado o Plano de Controlo de Ruído descrito no capítulo seguinte.

6. PLANO DE CONTROLO DE RUÍDO

Para a elaboração do plano de controlo de ruído foram identificadas as fontes sonoras principais e em seguida testados vários cenários de atuação, combinando a intervenção junto de fontes sonoras e intervenção no meio de propagação sonora, por intermédio de barreiras. As soluções foram otimizadas e agrupadas em 4 cenários de atuação com diferentes graus de redução sonora, permitindo justificar a necessidade do conjunto de soluções para fazer cumprir o critério legal.

As dimensões apresentadas servem como Estudo Prévio, sendo necessário um levantamento específico após tomada de decisão, para pedido de de orçamentação e obra.

6.1 Soluções de controlo de ruído

As soluções de controlo de ruído a implementar estão descritas nos seguintes parágrafos, com uma representação esquemática da sua implementação. O subcapítulo posterior referencia quais destas são aplicáveis ao respetivo cenário de atuação, pois nem todas se aplicam em todos os cenários.

6.1.1 Cabine na Torre de Arrefecimento TA4



- Aplicação de cabine, na envolvente da Torre de Arrefecimento, formada por paredes e cobertura, com painel metálico e área parcial com atenuadores para entrada de ar. Foi garantido um espaçamento de 1 metro formando um corredor circundante ao equipamento. Porta de folha dupla de acesso ao interior para manutenção;
- Os painéis garantem índice de redução sonora $R_w \geq 34$ dB, coeficiente de absorção sonora $\alpha_w \geq 0.9$ (na face voltada para o ventilador), uma elevada resistência mecânica e grau de reação ao fogo A1;
- Aplicação de atenuadores sonoros para ventilação natural e admissão de ar ao equipamento, tipo SONAIR SLK2-112 -15 4650x2000x1000 mm, com atenuação 14 dB @ 250 Hz; velocidade máxima estimada 3.6 m/s.
- Atenuador na exaustão de ar do ventilador no topo da Torre, Atenuador retangular SONAIR SLK3-367-6 WF 4000x3000x1000 mm. 7.5 m/s; 11dB @ 250 Hz.

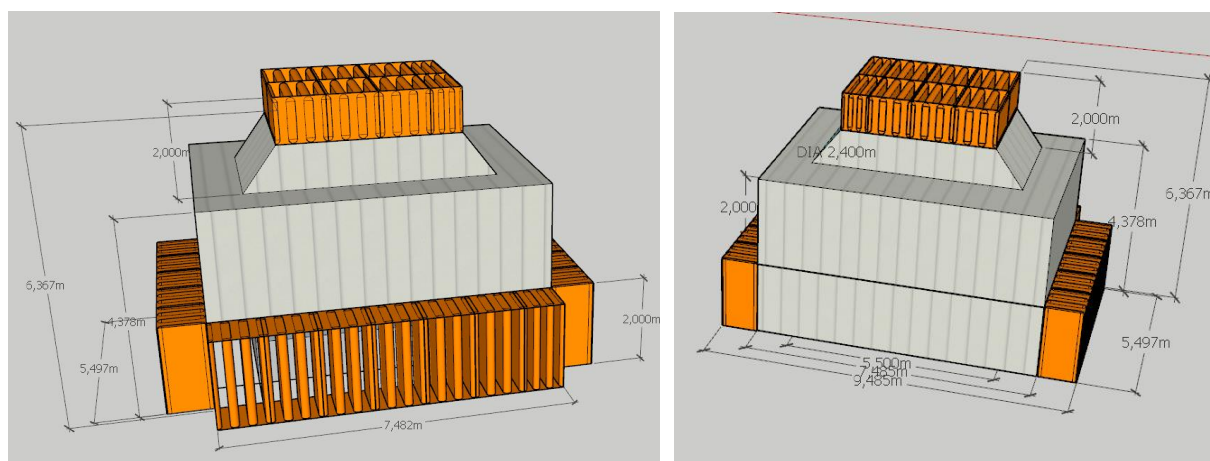


Figura 28 - Esquema de aplicação de cabine na Torre de Arrefecimento TA4: vista frontal e traseira.

6.1.2 Cabine no ventilador e motor elétrico do RTO1



- Fecho da canópia existente, formando uma cabine, na envolvente do ventilador e motor elétrico do RTO1, por aplicação de 2 paredes e porta de folha dupla para acesso e manutenção;

- Painel tipo Claustrapanel HO CP 100 mm com índice de redução sonora $R_w \geq 34$ dB, coeficiente de absorção sonora $\alpha_w \geq 0.9$ (na face voltada para o ventilador), uma elevada resistência mecânica e grau de reação ao fogo A1;
- Aplicação na cabine de 2 atenuadores sonoros para entrada e saída de ar, promovendo a regrigeração natural dos equipamentos, tipo SONAIR SLK2-50 -4 1000x1000x500. 3.1 m/s; 14 dB @ 250 Hz. O atenuador de saída de ar terá a montante uma caixa de ventilação dimensionada para 40 renovações de ar por hora, ou seja 2200 m³/h.

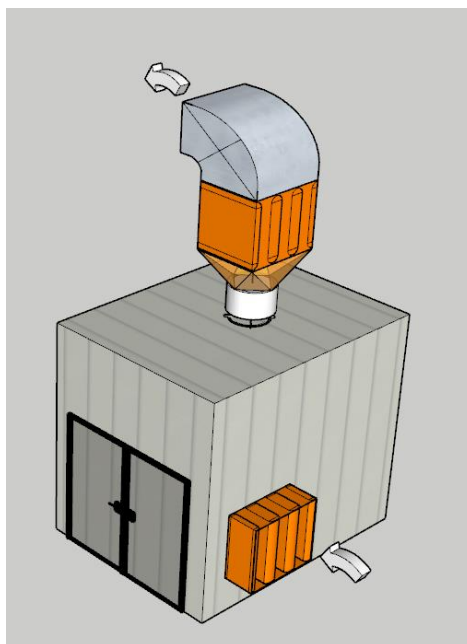


Figura 29 - Esquema de aplicação de cabine no ventilador e motor elétrico do RTO1.

6.1.3 Cabine no ventilador e motor elétrico do RTO2



- Aplicação de cabine, na envolvente do ventilador e motor elétrico do RTO2, formada por 4 paredes e cobertura, em painel metálico com estrutura metálica de suporte. Porta de folha dupla para acesso e manutenção;
- Painel tipo Claustrapanel HO CP 100 mm com índice de redução sonora $R_w \geq 34$ dB, coeficiente de absorção sonora $\alpha_w \geq 0.9$ (na face voltada para o ventilador), uma elevada resistência mecânica e grau de reação ao fogo A1;

- Aplicação na cabine de 2 atenuadores sonoros para entrada e saída de ar, promovendo a refrigeração natural dos equipamentos, tipo SONAIR SLK2-50 -4 1000x1000x500 mm. 3.1 m/s; 14 dB @ 250 Hz. O atenuador de saída de ar terá a montante uma caixa de ventilação dimensionada para 40 renovações de ar por hora, ou seja 2200 m³/h.

6.1.4 Atenuador no ventilador RTO1: admissão ar



Atenuador retangular tipo SONAIR SLK-3-235-3 1605x2000x1000 mm. 8m/s; 13dB @ 250 Hz. Aplicação de adaptador cónico entre equipamento- atenuador.

Alternativamente poderá ser colocado atenuador cilíndrico sem septo tipo SONAIR SCS Ø 1600x1600; 11 dB @ 250 Hz.

6.1.5 Atenuador nas Torres Arrefecimento TA1, TA2, TA3: exaustão ar



Sistema de 3 atenuadores em linha com os 3 ventiladores do equipamento. Módulo tipo SONAIR SLK2-200-5 2000x2500x750; 7.5 m/s; 8 dB @ 250 Hz. Aplicação de adaptador cónico entre equipamento- atenuador.

Alternativamente poderá ser colocado em cada um dos ventiladores um atenuador cilíndrico sem septo tipo SONAIR SCS Ø 1600x1600; 11 dB @ 250 Hz.

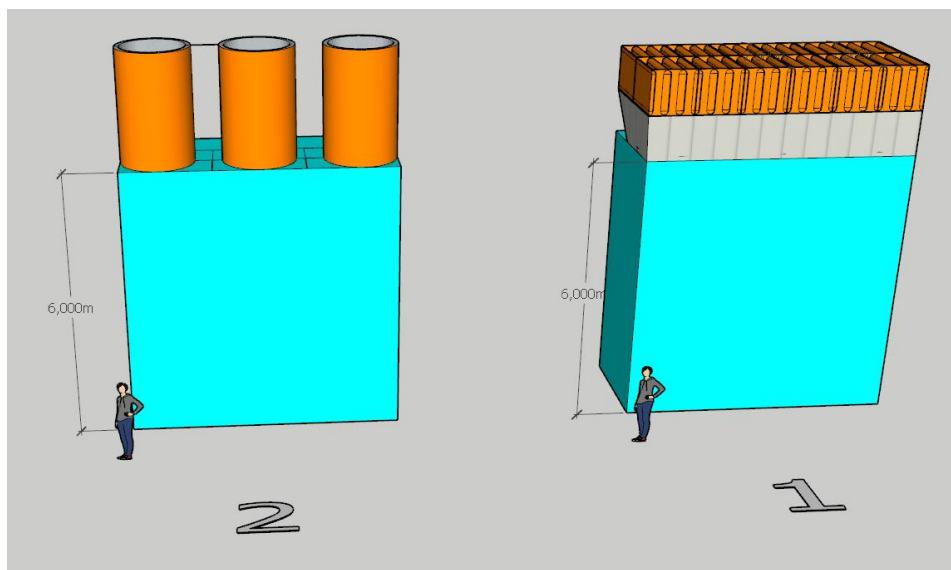


Figura 30 - Esquema de aplicação de atenuador na Torre de Arrefecimento TA1

6.1.6 Atenuador no Ventilador extração Sala Compressores



Atenuador cilíndrico com septo central, tipo SONAIR SCT $\varnothing$ 710x710; 7 dB @ 250 Hz. Aplicação de adaptador cónico entre equipamento- atenuador.

6.1.7 Atenuador nos 2 Ventiladores extração Sala Caldeiras



Atenuador cilíndrico com septo central, tipo SONAIR SCT $\varnothing$ 800x800; 9 dB @ 250 Hz. Aplicação de adaptador cónico entre equipamento- atenuador.

6.1.8 Atenuadores e porta na fachada da sala Compressores, Chiller, Bombas, Quadros



- Atenuadores sonoros para admissão de ar na sala. Aplicação na parede/ fachada, à esquerda e direita da porta de acesso. Módulo SONAIR SLK3-300-5 3000x2000x500; 50% AL: 3 m²; 7 dB @ 250 Hz.
- Porta metálica com núcleo em lã de rocha, tipo Tekdoor, incluindo vedações perimetrais e de soleira, com desempenho mínimo de isolamento sonoro R_w 32dB.

6.1.9 Atenuadores e porta na fachada da sala das Caldeiras



- Atenuadores sonoros para admissão de ar na sala. Aplicação na parede/ fachada, à esquerda e direita da porta de acesso. Módulo SONAIR SLK3-300-5 3000x2000x500; 50% AL: 3 m²; 7 dB @ 250 Hz.
- Porta metálica com núcleo em lã de rocha, tipo Tekdoor, incluindo vedações perimetrais e de soleira, com desempenho mínimo de isolamento sonoro R_w 32dB.

6.1.10 Revestimento de conduta do queimador/ soprador do RTO1



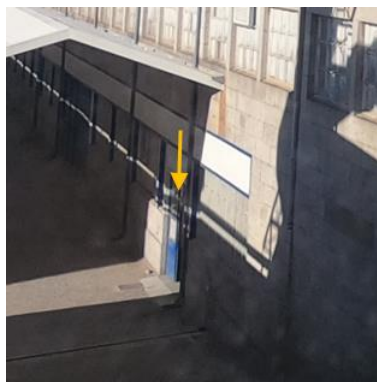
Revestimento exterior de conduta com sistema de 3 camadas: tela betuminosa MAD4 com 4mm espessura; coquilha lã mineral com 30 mm espessura; chapa galvanizada 0,6 mm. Fixação com parafusos inox e selagem de juntas com silicone de alta densidade

6.1.11 Fecho de aberturas existentes na sala Compressores e Chiller



Fecho de aberturas e frinchas existentes com painel metálico ou acrílico, incluindo vedação de juntas e remates necessários.

6.1.12 Fecho de porta da sala do Chiller da máquina Recobrimento



Utilização da porta existente na posição fechada.

6.1.13 Barreira+ cobertura perimetral Z2



Barreira acústica com altura total de 9 metros ao solo, formada por pano vertical e cobertura em painel metálico perfurado, tipo Claustrapanel HO CP, 80 mm, índice de redução sonora mínimo R_w 32 dB, coeficiente de absorção sonora $\alpha_w > 0,85$, sapatas e estrutura de suporte em ferro galvanizado. Nas zonas de muro existente, a barreira é aplicada acima da cota do muro.

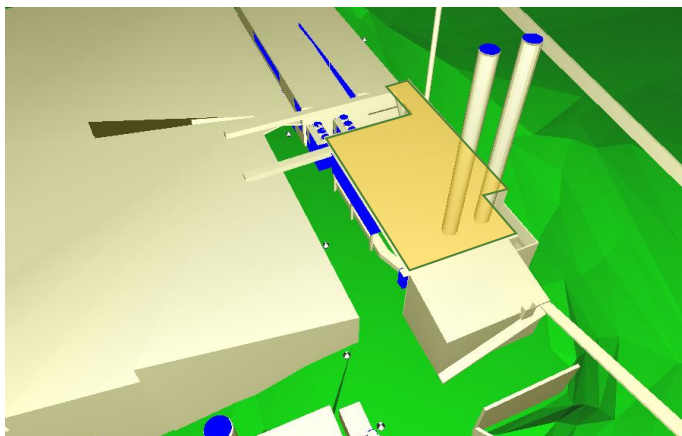
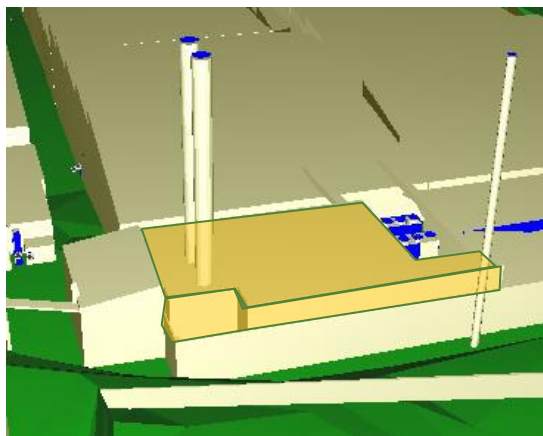


Figura 31 - Esquema de aplicação de barreira no muro da zona Z2.

6.1.14 Barreira + cobertura a envolver RTO1 e RTO2



Barreira acústica com altura total de 9 metros ao solo, formada por pano vertical e cobertura em painel metálico perfurado, tipo Claustrapanel HO CP, 80 mm, índice de redução sonora mínimo R_w 32 dB, coeficiente de

absorção sonora $\alpha_w > 0,85$, sapatas e estrutura de suporte em ferro galvanizado. Nas zonas de muro existente, a barreira é aplicada acima da cota do muro.

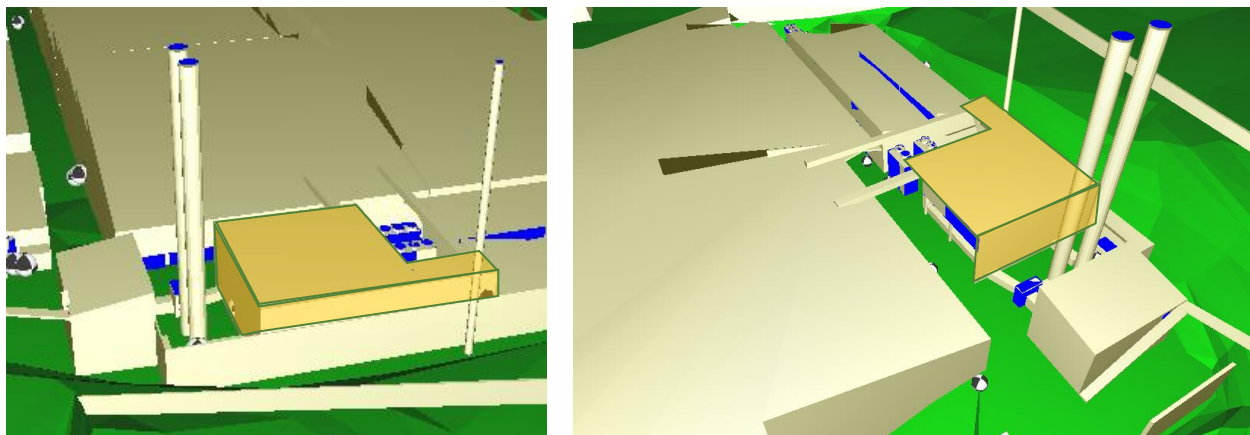


Figura 32 - Esquema de aplicação de barreira na envolvente do RTO1 e RO2.

6.2 Cenários de intervenção

Foram testados 3 cenários de intervenção, com resultados distintos, mas em que apenas o 4º cenário garante de forma segura o cumprimento do critério legal de incomodidade sonora, com um valor inferior a 3 dB(A). Desta forma é possível demonstrar de forma gradual a necessidade de implementar as soluções apresentadas. Na Tabela 13 é possível comparar as diferenças na aplicação de medidas de redução de ruído, que definem cada um dos cenários. A eficácia em cada um dos recetores pode ser verificada na Tabela 14 através dos resultados de incomodidade sonora nos 6 recetores críticos em análise. Os mapas de ruído relativos aos cenários de intervenção 1 e 4 são apresentados no Anexo 1.

Tabela 13 – Distribuição de soluções de redução de ruído pelos cenários de intervenção.

Cenários de intervenção				Soluções a implementar	
c1	c2	c3	c4	#	
+	+	+	+	1	Cabine na Torre de Arrefecimento TA4
+	+	+	+	2	Cabine no ventilador e motor elétrico RTO1
		+	+	3	Cabine no ventilador e motor elétrico RTO2
+	+			4	Atenuador no ventilador RTO1: admissão ar
+	+	+	+	5	Atenuador nas Torres Arrefecimento TA1, TA2: exaustão ar
		+	+	6	Atenuador na Torre Arrefecimento TA3: exaustão ar
+	+	+	+	7	Atenuador no Ventilador extração Sala Compressores
		+	+	8	Atenuador nos 2 Ventiladores extração Sala Caldeiras
+	+	+	+	9	Atenuadores e porta na fachada da sala Compressores, Chiller, Bombas
		+	+	10	Atenuadores e porta na fachada da sala das Caldeiras
+	+	+		11	Revestimento de conduta do queimador/ soprador do RTO1
+	+	+	+	12	Fecho de aberturas existentes na sala Compressores e Chiller
+	+	+	+	13	Fecho de porta da sala do Chiller da máquina Recobrimento
		+		14	Barreira + cobertura perimetral Z2
			+	15	Barreira + cobertura a envolver RTO1 e RTO2

Tabela 14 – Eficácia da implementação das medidas previstas em 4 cenários de atuação. Valores em dB(A)

CENÁRIO 1			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	45.1	1.9
R2_calibração	47.3	49.6	2.5
R1_moradia 1	42.6	44.8	2.2
R2_moradia 1	45.1	49.2	4.2
R2_moradia 2	45.6	47.4	1.8
R2_moradia 3	42	46.8	4.8
CENÁRIO 2			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	44.1	0.9
R2_calibração	47.3	49	1.7
R1_moradia 1	42.6	43.9	1.3
R2_moradia 1	45.1	47.8	2.7
R2_moradia 2	45.6	46.9	1.3
R2_moradia 3	42	44	2.0
CENÁRIO 3			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	43.9	0.7
R2_calibração	47.3	48.3	1.0
R1_moradia 1	42.6	43.8	1.2
R2_moradia 1	45.1	47.4	2.3
R2_moradia 2	45.6	46.5	0.9
R2_moradia 3	42	43.9	1.9
CENÁRIO 4			
	RESIDUAL	AMBIENTE	INCOMODIDADE
R1_calibração	43.2	43.9	0.7
R2_calibração	47.3	48.1	0.8
R1_moradia 1	42.6	44.1	1.5
R2_moradia 1	45.1	46.9	1.8
R2_moradia 2	45.6	46.4	0.8
R2_moradia 3	42	43.8	1.8
não cumpre critério legal			
cumpre com margem reduzida			
cumpre com margem segurança			

6.3 Análise dos resultados obtidos pelo plano redução ruído

Foram testados diversos cenários de intervenção, dos quais se apresentaram 4 que permitem observar as diferenças de atenuação sonora com influência no cumprimento do critério de incomodidade. No entanto, apenas o cenário 4 assegura o cumprimento do critério legal em todos os recetores.

O cenário que consegue garantir o cumprimento legal combina a aplicação de barreiras e a atuação junto de algumas fontes individuais.

Em várias soluções foram estudadas alternativas que possam otimizar questões de manutenção, operacionalidade, segurança e investimento orçamental. Estas questões poderão ser discutidas numa fase posterior para ajuda na escolha do cenários e intervenção e alternativas. No Mapa de Quantidades e Trabalhos (MQT) apresentado no Anexo 2 as soluções estão todas descritas e assinaladas as alternativas.

7. ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

As soluções de controlo de ruído a implementar estão descritas nos parágrafos anteriores. A Tabela 13 referencia quais destas são aplicáveis ao respetivo cenário.

A Tabela 15 apresenta a Estimativa Orçamental obtida pelas soluções desenvolvidas ao nível de Estudo Prévio, distribuídas pelos vários cenários. Esta pretende dar uma ordem de grandeza do investimento orçamental em cada uma das intervenções. Um orçamento com maior precisão só poderá ser aferido após discussão, revisão e decisão das várias alternativas, devendo depois ser efetuada uma revisão do MQT quanto ao dimensionamento e levantamento rigoroso de todas as soluções a implementar.

Tabela 15 – Estimativa orçamental para a execução de cada cenário de intervenção (IVA não incluído).

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
97 338 €	133 616 €	220 367 €	207 624 €

Ficam excluídos todos os meios de elevação e descarga para apoio na montagem das barreiras e demais soluções, que deverão ser aferidas mediante planeamento inserido na elaboração do projeto de execução.

8. REFERÊNCIAS

- [1] EN 12354-1 – Building Acoustics, Estimation of Acoustic Performance of Buildings from the performance of Products – Airborne sound insulation between rooms.
- [2] NP ISO 16032 (2009) “Acústica – Medição do Nível de Pressão Sonora de Equipamentos de Serviço em Edifícios”
- [3] Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente, Instituto do Ambiente. Abril 2013
- [4] Diretrizes para elaboração de mapas de ruído. Agência Portuguesa do Ambiente, Dezembro 2011.
- [5] Atkins Research and Development – The Control of Noise in Ventilation Systems: A Designers' Guide. E. & F. N. Spon.
- [6] Bies, D. & Hansen, C. – Engineering Noise Control – Theory and Practice, Spon Press, 2009. Cap. 8.4.
- [7] ASHRAE, HVAC Applications Handbook, chapter 46: Sound and Vibration Control, 1999.

Maia, 7 Maio de 2021



Octávio José Patrício Fernandes Inácio

(Eng. Mecânico. PhD in Sound & Vibration)