

ANEXO 6

Relatórios de Ensaios Acústicos (Ruído e Vibrações)

Laboratório de Acústica e Vibrações – LABAV



RELATÓRIO DE ENSAIO ACÚSTICO

Entidade: AGRI-PRO AMBIENTE CONSULTORES, S.A.

Ensaio: Medição de Níveis de Pressão Sonora.

Determinação do Nível Sonoro Médio de Longa Duração.

Local: *Recetores sensíveis localizados nas imediações do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz.*

Relatório n.º AR2.4064/19-CM

30 de dezembro de 2019

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO ENSAIO	3
2. CONCLUSÃO	4
3. DEFINIÇÕES.....	5
4. INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA	6
5. METODOLOGIA.....	7
5.1. Normalização Aplicável	7
5.2. Pontos de Medição	7
5.3. Períodos de Referência e Medição.....	8
5.4. Parâmetros Acústicos.....	8
5.5. Condições de Variabilidade Meteorológicas e de Fontes Sonoras	8
5.6. Procedimento de Medida	9
6. RESULTADOS	10
6.1. Descrição Qualitativa do Ruído	10
6.2. Dados Acústicos	10

ANEXO I - Representação esquemática dos locais de medição.

ANEXO II - Datas, horários e condições meteorológicas nas medições.

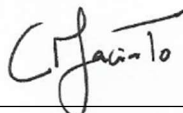
1. IDENTIFICAÇÃO DO ENSAIO

DADOS GERAIS

Requerente	AGRI-PRO AMBIENTE - Consultores, S.A. Avenida da República n.º 2491, 4º Andar - Sala 44 4430-208 Vila Nova de Gaia
Entidade Avaliada / Local de Estudo	Recetores Sensíveis (habitações) localizados na Figueira da Foz, nas imediações do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz. Resposta ao Ofício da Autoridade de AIA n.º S062186-201910-DAIA.DAP de 18 de Outubro de 2019.
Ref.ª da Proposta	P5933/19-CM de 27-11-2019
Objetivo do Ensaio	Determinação de níveis de ruído ambiente junto de 2 recetores sensíveis (habitações) localizados no concelho da Figueira da Foz (Situação de referência), para posterior avaliação de impacte ambiental, de acordo com o n.º 7 do artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 9/2007.

ESPECIFICAÇÕES DO ENSAIO

Legislação Aplicável	Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro
Normalização e Documentação de Referência	NP ISO 1996-1:2011, NP ISO 1996-2:2011, Anexo I do Decreto-Lei n.º 9/2007; IT.LabAV006/13:2018-03-01 - Ensaio_Ruído_Ambiental_LAeq_Longa_Duração.
Ensaio	Período de Referência: Diurno (PD), Entardecer (PE) e Noturno (PN)
	Datas de Medição: 26, 27 e 28 de Dezembro de 2019

Execução técnica do ensaio	Função	Data	Assinatura
Cláudia Jacinto, Eng.ª	Técnica LabAV	30/12/2019	
Aprovação	Função	Data	Assinatura
Augusto Miguel Lopes, Eng.º	Diretor Geral	30/12/2019	

2. CONCLUSÃO

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprovou o «Regulamento Geral do Ruído» (RGR), estabelece, no artigo 13.º, que a **instalação e o exercício de atividades ruidosas permanentes** em zonas mistas, na envolvente de zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos recetores sensíveis isolados estão sujeitos ao **cumprimento dos valores limite de exposição** (fixados no artigo 11.º) e do **critério de incomodidade** (especificado na alínea b) do n.º 1 do artigo 13.º.

No ensaio acústico a que se refere o presente relatório, procedeu-se à medição de níveis de pressão sonora para a determinação do nível sonoro médio de longa duração do ruído ambiente. O trabalho contemplou a realização de medições acústicas em 2 locais confinantes com recetores **sensíveis ao ruído** (habitações), localizados nas imediações do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz, nos períodos de referência **diurno**, **entardecer** e **noturno**. Os principais resultados e conclusões associadas são resumidamente apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Principais resultados obtidos no ensaio efetuado.

<i>Parâmetro</i>	<i>Local</i>	<i>Descritor</i>	<i>Ruído Ambiente [dB(A)]</i>	<i>Requisito legal ^{a) b)}, [dB(A)]</i>
«Valores Limite de Exposição», [dB(A)]	P1	L_{den}	56	≤ 65
		L_n	46	≤ 55
	P2	L_{den}	64	≤ 65
		L_n	58	> 55

^{a)} *Valores limite aplicáveis a Zona Mista.* Segundo a informação contida na carta “Planta de ordenamento (Folha S) Zonamento Acústico: Classificação de Zonas Sensíveis do Plano Diretor Municipal da Figueira da Foz” de Junho/2017, os pontos de medição localizam-se em zonas classificadas como zona acústica Mista.

^{b)} *Critério de decisão:* O LabAV da ECO14 efetua o cálculo da incerteza dos resultados mas esta não é tida em conta na expressão do resultado final nem nas consequentes conclusões, de acordo com o estabelecido no ponto 2.3.4 do Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente, de outubro de 2011.

3. DEFINIÇÕES

Nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, $L_{Aeq,LT}$: média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes ponderados A para as séries de intervalos de tempo de referência compreendidos no intervalo de tempo de longa duração.

Ruído ambiente: ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto de todas as fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado.

Intervalo de tempo de longa duração: intervalo de tempo especificado para o qual os resultados das medições são representativos, consistindo em séries de intervalos de tempo de referência.

Atividade ruidosa permanente: Atividade desenvolvida com caráter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços.

Zona Sensível: Área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno.

Zona Mista: Área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível.

Recetor sensível: O edifício habitacional, escolar, hospital ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana.

Períodos de referência: Período diurno (PD): 7h-20h; Período do entardecer (PE): 20h-23h; Período noturno (PN): 23-7h.

Indicadores de ruído diurno (L_d), do entardecer (L_e) e noturno (L_n): Níveis sonoros de longa duração, conforme definido na NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinados durante séries dos respetivos períodos de referência e representativos de um ano.

Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den}): O indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{L_e+5/10} + 8 \times 10^{L_n+10/10} \right], \text{ (eq. 1)}$$

Correção meteorológica, Cmet: Correção efetuada ao parâmetro “nível sonoro médio de longa duração”, medido em condições de propagação sonora favorável, por forma a refletir a variabilidade das condições meteorológicas que ocorre ao longo do ano.

(L_{Ar}) - Nível de Avaliação: Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, resultante da correção de L_{AeqA} de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular. É obtido pela aplicação da seguinte fórmula:

$$L_{Ar,T} = L_{Aeq,T} + K_1 + K_2, \text{ (eq. 2),}$$

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

Cálculo da média logarítmica de níveis sonoros:

$$L_{AeqT} = 10 * \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{Aeqi}/10} \right), \text{ (eq. 3),}$$

em que n é o n.º de medições e L_{Aeq,ti} é o valor do nível sonoro corresponde à medição i.

Cálculo da média logarítmica ponderada de níveis sonoros:

$$L_{Aeq,T} = 10 * \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i * 10^{L_{Aeq,ti}/10} \right), \text{ (eq. 4),}$$

t_i é a duração do período i, L_{Aeq,ti} é o nível sonoro que caracteriza o período i e T corresponde à duração total do período de ocorrência do ruído particular.

4. INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA

No quadro 2 indicam-se os sistemas de medição utilizados no ensaio.

Quadro 2: Instrumentação utilizada no ensaio.

Instrumentação	Marca	Modelo	N.º Série	Verificação Metrológica
Sonómetro	01 dB	Solo Premium	11577	<i>Laboratório de Metrologia do ISQ, boletim de verificação n.º 245.70/18.244891 e certificado de calibração n.º CACV1099/17 (sonómetro), CACV1464/18 (filtros de oitava e 1/3 de oitava) e certificado de calibração n.º CACV1480/19 (calibrador).</i>
Microfone	01 dB	MCE 212	57709	
Calibrador sonoro	Rion	NC-74	50441063	
Sonómetro	Rion	NA-27	111491	<i>Laboratório de Metrologia do ISQ, boletim de verificação n.º 245.70/19.406469 e certificado de calibração n.º CACV1279/19 (sonómetro), CACV1465/18 (filtros de oitava e 1/3 de oitava) e certificado de calibração n.º CACV1480/19 (calibrador).</i>
Microfone	Rion	NH-20	86655	
Calibrador sonoro	Rion	NC-74	50441063	
Anemómetro	Kestrel	4500	645618	<i>Laboratório Aerometrologie, certificado n.º A18 01436.</i>
Termohigrómetro				<i>Laboratório de Metrologia do ISQ, certificado de calibração n.º CHUM3827/17.</i>

5. METODOLOGIA

5.1. Normalização Aplicável

A avaliação foi efetuada com base nas especificações da norma NP ISO 1996 (2011) - «Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 1 - Grandezas fundamentais e métodos de avaliação» e Parte 2 - Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente» e na instrução de trabalho interna IT.LabAV006/13: 2018-03-01 - Ensaio_Ruído_Ambiental_LAeq_Longa_Duração.

A avaliação seguiu ainda as recomendações do “Guia prático para medições de ruído ambiente” da Agência Portuguesa do Ambiente (2011) e da norma NP ISO 9613-2 (2014) - «Acústica. Atenuação do som na sua propagação ao ar livre».

5.2. Pontos de Medição

Em função das características relevantes do espaço avaliado (dimensões e relevo do terreno, tipo, localização, magnitude e variabilidade de fontes sonoras e recetores sensíveis presentes) e dos critérios normativos aplicáveis e o solicitado pela Autoridade de AIA no Ofício n.ºA062186-201910-DAIA.DAP de 18 de outubro de 2019, selecionaram-se 2 locais de medição (P1 na Rua

Lavadouro n.º 2 e P2 na Avenida 25 de Abril n.º 60, ambos na Figueira da Foz), que se consideraram ajustados à caracterização representativa do caso em estudo. No P1 pretende-se, futuramente, avaliar a influência do aumento de tráfego de pesados associado ao Porto da Figueira da Foz e no P2 pretende-se, futuramente, avaliar a influência do aumento do número de navios de acesso ao Porto da Figueira da Foz.

No anexo I apresenta-se a representação esquemática dos locais de monitorização e as fotografias dos mesmos.

5.3. Períodos de Referência e Medição

O ensaio contemplou medições nos 3 períodos de referência consagrados no RGR: **diurno**, **entardecer** e **noturno** para a determinação dos descritores L_{den} e L_n .

Foram recolhidas duas amostras em dois dias distintos para cada parâmetro acústico relevante, em cada período de referência.

Cada amostra inclui, regra geral, no mínimo duas medições, com duração acumulada mínima de 30 minutos e ajustada ao tipo, à magnitude e à variabilidade do ruído prevalecente.

5.4. Parâmetros Acústicos

Os parâmetros acústicos determinados foram os L_d , L_e e L_n , na aceção prevista no RGR para o cálculo dos parâmetros descritores de ruído ambiente L_{den} e L_n .

5.5. Condições de Variabilidade Meteorológicas e de Fontes Sonoras

O RGR prevê que os parâmetros descritores sonoros a obter sejam representativos de um ano no caso das determinações de níveis sonoros de longa duração para verificação dos limites de exposição do artigo 11.º. Assim sendo, refere-se que:

- ▷ Em termos de regimes de emissões sonoras, não são exetáveis variações significativas relativamente aos valores finais obtidos, uma vez que as fontes predominantes no local avaliado não apresentam flutuações (diárias, sazonais) que tal possam determinar.

- ▷ No que respeita ao efeito das variações meteorológicas anuais sobre os níveis sonoros obtidos, este poderá ser considerado nulo nos resultados registados, tendo em consideração as especificações previstas na cláusula 8. da norma NP ISO 9613-2:2014, se verificar a seguinte condição:

$$d_p \leq 10(h_s + h_r) \Rightarrow C_{met} = 0, \text{ em que:}$$

h_s é a altura da fonte predominante, em metros;

h_r é a altura do recetor, em metros;

d_p é a distância, em metros, entre a fonte e o recetor, projetada no plano horizontal;

C_{met} é a correção meteorológica aplicável.

Se a condição anterior não for verificada, tendo em consideração as especificações previstas na norma NP ISO 9613-2, o valor C_{met} é determinado segundo a seguinte expressão:

$$d_p > 10(h_s + h_r) \Rightarrow C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r) / dp],$$

Em que C_0 é um fator, em dB, que depende das estatísticas meteorológicas locais relativas à velocidade e à direção do vento. Para o território nacional considera-se C_0 (diurno) = 1,47 dB(A), C_0 (entardecer) = 0,7 dB(A) e C_0 (noturno) = 0 dB(A).

De acordo com a norma ISO 9613-2, a metodologia de se obter um nível sonoro de longa duração a partir de amostras parciais, consiste em aplicar o princípio expresso na seguinte fórmula:

$$L_{Aeq,LT} = L_{Aeq,T}(DW) - C_{met}, \text{ em que:}$$

$L_{Aeq,LT}$ é o nível sonoro médio de longa duração;

$L_{Aeq,T}(DW)$ é o nível sonoro obtido em condições de propagação favorável (vento favorável - downwind - DW).

5.6. Procedimento de Medida

Todas as medições foram efetuadas em modo de determinação simultânea do nível sonoro contínuo equivalente, em ponderação “A”, com resposta “impulsiva” e “fast”, e em espectro de frequências de 1/3 de oitava.

As características qualitativas do ruído e demais dados de interesse foram recolhidos e registados *in situ*. As medições foram efetuadas a uma distância superior a 3,5 m de qualquer estrutura refletora, à exceção do solo, e a 4m de altura no P1 e a 1,5 m de altura no P2.

Antes e depois de cada série de medições, o sonómetro foi objeto de calibração acústica. As condições meteorológicas prevalentes no decurso das medições são apresentadas no anexo II.

6. RESULTADOS

6.1. Descrição Qualitativa do Ruído

No quadro 3 faz-se uma descrição sumária das principais fontes sonoras identificadas no decurso das medições.

Quadro 3: Descrição qualitativa do ruído avaliado.

<i>Local</i>	<i>Período</i>	<i>Outras fontes</i>
<i>P1</i>	<i>Diurno</i>	Ruído de tráfego rodoviário pontual na Rua Lavadouro e contínuo nas estradas EM600, EN109 e A14;
	<i>Entardecer</i>	Ruído ao longe da Lavagem Automática de Carros;
	<i>Noturno</i>	Ruído de conversação dentro das casas; Fontes naturais: Cães a ladrar (pontual e ao longe) e vento.
<i>P2</i>	<i>Diurno</i>	Ruído de tráfego rodoviário contínuo e intenso na EN109-8;
	<i>Entardecer</i>	Ruído de conversação pontual na rua;
	<i>Noturno</i>	Batuque metálico nos postes das bandeiras no edifício do Porto da Figueira da Foz.

6.2. Dados Acústicos

No quadro 4 são apresentados os resultados obtidos no ensaio. No Anexo II são referenciadas as datas e os horários das medições efetuadas.

Quadro 4: Resultados obtidos no ensaio.

Período	Local	$L_{Aeq,Ai}$ [dB(A)]		$L_{Aeq,LT(DW)}$ [dB(A)]	C_{met} [dB(A)]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]
		Amostra 1	Amostra 2			
Diurno	P1	57,2	56,7	57,7	1,04	56,6
		57,9	58,8			
		57,2	---			
	P2	59,2	60,0	59,6	1,29	58,3
		58,4	60,5			
Entardecer	P1	44,3	46,9	46,6	0,49	46,1
		44,6	48,9			
	P2	56,6	58,0	57,9	0,62	57,3
		56,3	59,8			
Noturno	P1	43,6	46,3	45,6	0,00	45,6
		44,1	47,3			
	P2	56,3	59,2	57,8	0,00	57,8
		55,8	59,0			

Resultados Finais

Descritor	Local	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]	Conclusão (Artigo 11.º do RGR) ^{(a)/(b)}
L_{den} [dB(A)]	P1	56	≤ 65 dB(A)
L_n [dB(A)]		46	≤ 55 dB(A)
L_{den} [dB(A)]	P2	64	≤ 65 dB(A)
L_n [dB(A)]		58	> 55 dB(A)

^{a)} Valores limite aplicáveis a Zona Mista. Segundo a informação contida na carta “Planta de ordenamento (Folha S) Zonamento Acústico: Classificação de Zonas Sensíveis do Plano Diretor Municipal da Figueira da Foz” de Junho/2017, os pontos de medição localizam-se em zonas classificadas como zona acústica Mista.

^{b)} Critério de decisão: O LabAV da ECO14 efetua o cálculo da incerteza dos resultados mas esta não é tida em conta na expressão do resultado final nem nas consequentes conclusões, de acordo com o estabelecido no ponto 2.3.4 do Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente, de outubro de 2011.

ANEXO I - Representação Esquemática dos Locais de Medição.



P1



P2



ANEXO II - Datas e horários das medições e Amplitudes de condições meteorológicas prevaletentes nas medições (a 3 m de altura).

Local	Período	Amostra	Dia	Hora início (duração)	T (° C)	HR (%)	V.V. (m/s)	N (%)	D.V. (°)
P1	Diurno	A1	26/12/2019	16:29 (15 min)	13,0	86	0,2	<50	30
				16:47 (15 min)					
				17:14 (15 min)					
		A2	27/12/2019	11:37 (15 min)	17,0	58	1,0	<50	90
				11:54 (15 min)					
	Entardecer	A1	26/12/2019	22:28 (15 min)	12,0	79	0,8	<50	45
				22:43 (15 min)					
		A2	27/12/2019	21:34 (15 min)	11,3	75	0,0	<50	45
				21:52 (15 min)					
	Noturno	A1	26/12/2019	23:10 (15 min)	11,9	79	0,4	<50	45
				23:26 (15 min)					
		A2	28/12/2019	00:00 (15 min)	8,6	79	0,1	<50	90
				00:18 (15 min)					
P2	Diurno	A1	26/12/2019	17:56 (15 min)	13,1	77	0,1	<50	30
				18:11 (15 min)					
		A2	27/12/2019	10:50 (15 min)	16,1	60	2,3	<50	96
				11:06 (15 min)					
	Entardecer	A1	26/12/2019	21:52 (15 min)	13,3	82	0,8	<50	45
				22:08 (15 min)					
		A2	27/12/2019	22:25 (15 min)	10,4	75	2,0	<50	85
				22:44 (15 min)					
	Noturno	A1	26/12/2019	23:54 (15 min)	10,0	79	2,0	<50	45
			27/12/2019	00:15 (15 min)					
		A2	27/12/2019	23:08 (15 min)	10,1	74	1,6	<50	85
				23:26 (15 min)					

RELATÓRIO DE ENSAIO DE VIBRAÇÕES

Entidade: AGRI-PRO AMBIENTE CONSULTORES, S.A.

Ensaio: *Medição e Análise de Vibrações Ambientais / Estruturais*

Local: *Edifícios Habitacionais nas imediações do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz.*

Relatório n.º EST.4065/19-CM

30 de dezembro de 2019

ÍNDICE

1.	Identificação do Ensaio.....	3
2.	Introdução.....	4
3.	Enquadramento Normativo e Critérios de Referência	4
4.	Metodologia	5
5.	Instrumentação.....	6
6.	Resultados.....	7
7.	Conclusões	7
ANEXO - Registos temporais das medições.....		8

1. IDENTIFICAÇÃO DO ENSAIO

DADOS GERAIS

Requerente	AGRI-PRO AMBIENTE - Consultores, S.A. Avenida da República n.º2491, 4ºAndar - Sala 44 4430-208 Vila Nova de Gaia
Entidade Avaliada / Local de Estudo	Recetores Sensíveis (habitações) localizados na Figueira da Foz, nas imediações do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz. Resposta ao Ofício da Autoridade de AIA n.º S062186-201910-DAIA.DAP de 18 de Outubro de 2019.
Ref.ª da Proposta	P5933/19-CM de 27-11-2019
Objetivo do Ensaio	Medição e análise de vibrações ambientes/estruturais resultantes (Situação de referência), para posterior avaliação de impacte ambiental, do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz.

ESPECIFICAÇÕES DO ENSAIO

Normalização	ISO 4866:2010 ISO 2631-2:2003
Datas de Medição:	26 de Dezembro de 2019

Execução técnica do ensaio	Função	Data	Assinatura
Cláudia Jacinto, Eng.ª	Técnica LabAV	30/12/2019	
Aprovação	Função	Data	Assinatura
Augusto Miguel Lopes, Eng.º	Diretor Geral	30/12/2019	

2. INTRODUÇÃO

São diversas as fontes de vibrações ambientes potencialmente suscetíveis de ocasionarem incomodidade para as pessoas e, nos casos mais críticos, danos em edifícios. Destacam-se algumas: desmonte de maciços rochosos e exploração de pedreiras, demolição e construção de edifícios, maquinaria industrial e de construção, infraestruturas viárias, equipamentos coletivos de edifícios.

No presente estudo procedeu-se à monitorização e à análise das vibrações geradas pela circulação de veículos, em 2 locais nas imediações do Projeto do Aprofundamento da Barra, Canal de Acesso e Bacia de Manobras do Porto da Figueira da Foz. Pretende-se com esta medição, avaliar a situação de referência, antes do início do referido projeto, para posteriormente se verificar o incremento ou não dos valores de vibração. No local de medição designado por P1 pretende-se, futuramente, avaliar a influência do aumento de tráfego de pesados associado ao Porto da Figueira da Foz e, no local de medição designado por P2, pretende-se, futuramente, avaliar a influência do aumento do número de navios de acesso ao Porto da Figueira da Foz.

3. ENQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITÉRIOS DE REFERÊNCIA

Para o desenvolvimento do estudo foram considerados os requisitos das seguintes normas:

- ISO 4866:2010 - “Mechanical vibration and shock -- Vibration of fixed structures -- Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on structures”;
- ISO 2631-2:2003 - “Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 2: Vibration in buildings (1Hz to 80 Hz)”.

Os critérios de admissibilidade relevantes no domínio das vibrações ambientes / estruturais são definidos em função do tipo de vibrações em causa. Mais concretamente, a norma ISO 4866:2010 apresenta uma diferenciação das vibrações em função da duração das mesmas: vibrações impulsivas e continuadas. A duração da força de excitação mecânica é um fator fundamental para a caracterização do fenómeno e para o estabelecimento de “valores de referência”.

Numa abordagem qualitativa, as vibrações impulsivas podem ser descritas como resultado de uma solicitação de curta duração (explosões, bate-estacas, prensas de impacto) e as vibrações continuadas são decorrentes de solicitações de duração mais significativa (funcionamento contínuo de um sistema de ventilação, circulação numa via férrea).

Na maioria dos casos, as perturbações dos utilizadores de edifícios são tipificáveis nas gamas de análise de “incomodidade”, embora seja comum a associação empírica de vibrações que se sentem à existência de fendas visíveis nos revestimentos.

Na ausência de valores legais ou normativos de base, a análise técnica dos valores de vibração ambiente é realizada considerando os valores de referência do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

As vibrações em causa no neste estudo foram do tipo **continuadas**. Para estas, estão definidos pelo LNEC os critérios descritos no quadro 1. A grandeza considerada é a velocidade, expressa em valor global eficaz (rms) - v_{ef} .

Quadro 1: Critério LNEC relativo a Danos em Edificações correntes^(*)

v_{ef} (mm/s)	Sensação
$V_{ef} < 3,5$	Praticamente nulos
$3,5 < V_{ef} < 7$	Possibilidade de danos cosméticos em edifícios antigos
$7 < V_{ef} < 21$	Fendilhação ligeira nos revestimentos
$21 < V_{ef} < 42$	Fendilhação acentuada nos revestimentos e alvenarias
$V_{ef} > 42$	Danos consideráveis; possível fendilhação da estrutura de betão armado

Componente mais significativa da vibração (horizontal ou vertical)

^(*) Excluindo monumentos e edifícios sensíveis

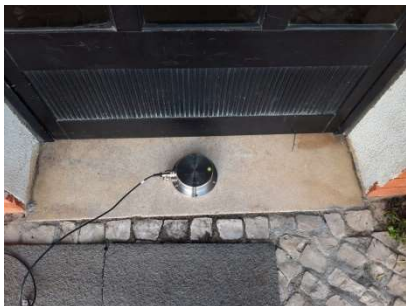
4. METODOLOGIA

A vibração num determinado ponto é usualmente descrita pela amplitude da grandeza física (no caso presente, a velocidade da vibração), segundo as três direções de um sistema de coordenadas ortogonais. Nesta abordagem, importa distinguir as componentes horizontais (longitudinal e transversal) e vertical da vibração.

Usualmente, a medição é levada a efeito nos elementos construtivos “próximos” do espaço no qual é “sentido” o efeito da vibração ou junto às fundações do mesmo.

No quadro seguinte, identificam-se as habitações monitorizadas e os locais de medição aonde se colocou o transdutor.

Quadro 2: Identificação dos Locais de Medição.

Local	Morada	Imagem de Local de Medição
P1	Rua Lavadouro, n.º 2	 
P2	Rua Engenheiro da Silva n.º 60 / Avenida Foz do Mondego (EN109-8)	 

O sistema de medição foi programado para realizar aquisição temporal contínua do valor da velocidade eficaz da vibração. As medições caracterizaram a passagem de veículos em amostragens de 20 minutos.

5. INSTRUMENTAÇÃO

A cadeia de medição utilizada no ensaio é seguidamente descrita:

- Vibrómetro marca SVANTEC, modelo SVAN 948, n.º série 8863;
- Acelerómetro Triaxial de Vibrações em Edifícios, marca DYTRAN, modelo SV207A, n.º série 22809.
- Calibrador Vibrações marca PCB PIEZOTRONICS, modelo M394C06, n.º série 4055.

O transdutor utilizado é um acelerómetro ICP, com sensibilidade da ordem de $111 \text{ mV}/(\text{m/s}^2)$.

6. RESULTADOS

No quadro 3 apresentam-se os resultados obtidos nas medições realizadas. Em anexo são apresentados os registos temporais (retirados diretamente do sistema de aquisição do equipamento de medição) dos valores globais de velocidade de aceleração eficaz.

Quadro 3: Resultados globais do valor eficaz de aceleração.

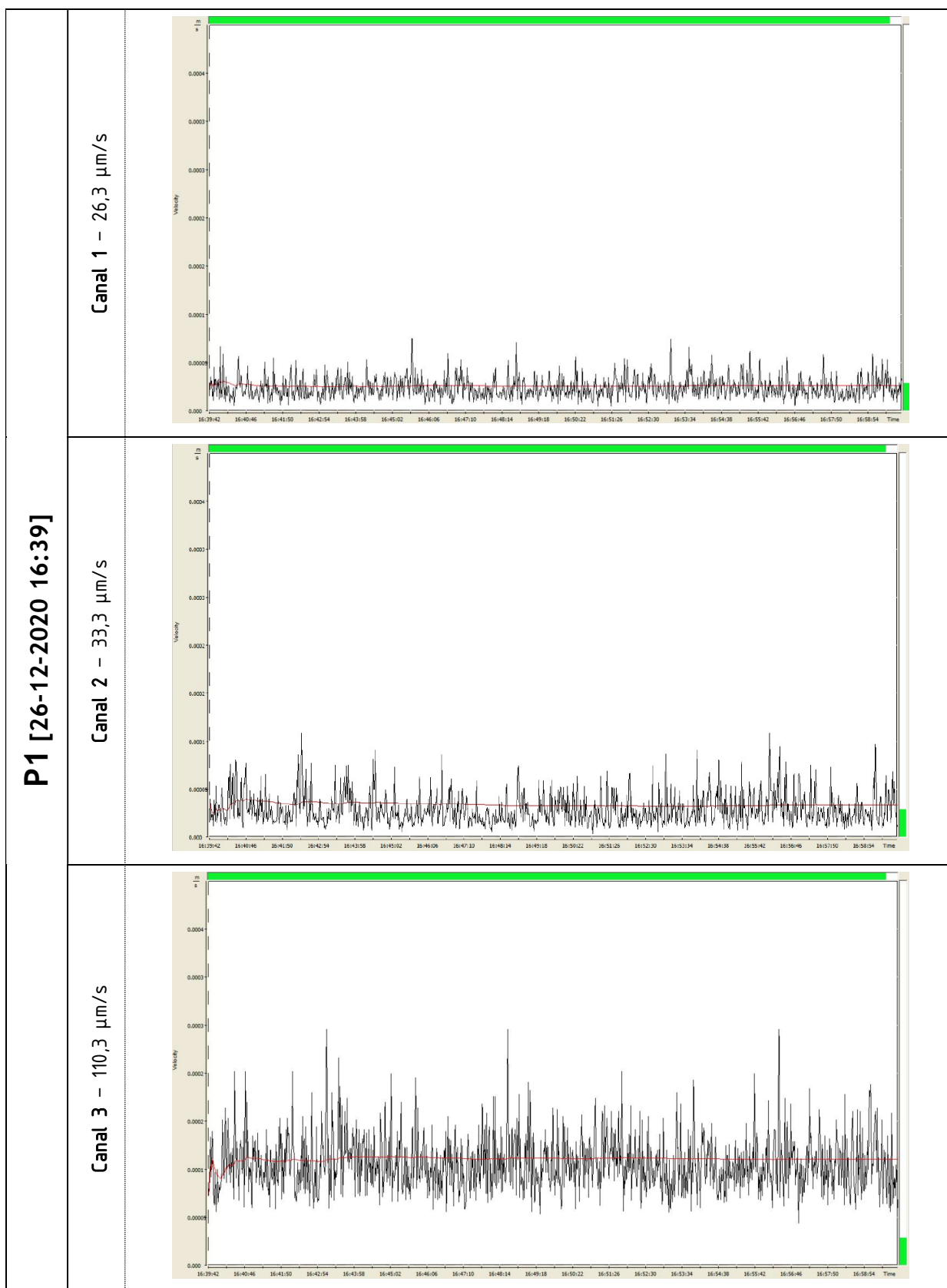
Local	Data	Início (hh:mm)	Duração (min)	V_{ef} (mm/s)		
				Vertical	Longitudinal	Transversal
P1	26-12-2019	16:39	20	0,110	0,026	0,033
P2	26-12-2019	17:58	20	0,130	0,031	0,039

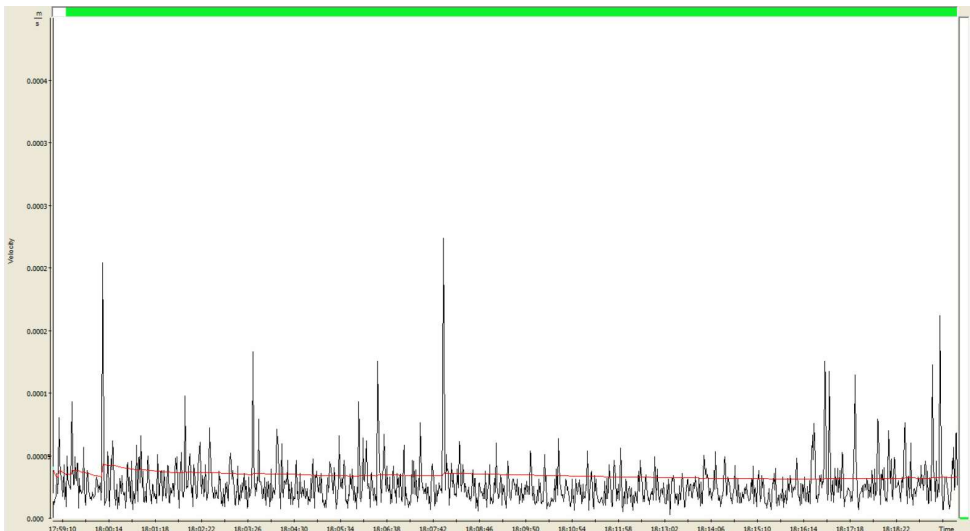
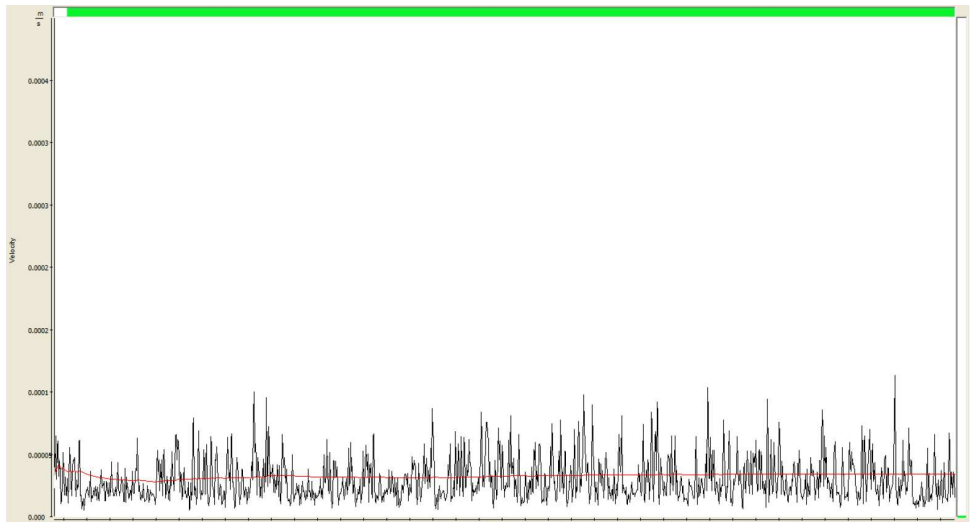
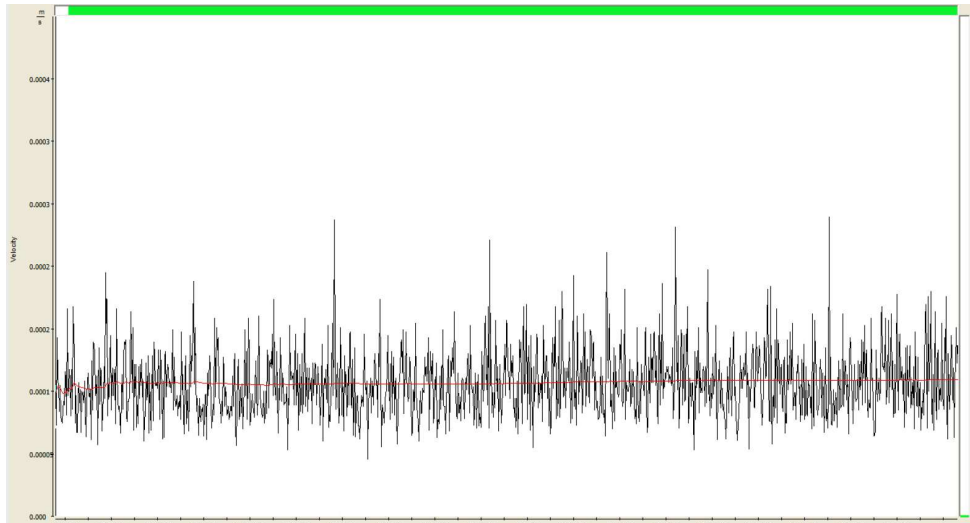
7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas medições realizadas conduzem às seguintes conclusões:

- As amplitudes de vibrações registadas nos edifícios avaliados (em termos de velocidade eficaz de aceleração) foram claramente **inferiores ao limiar mínimo a partir do qual são admissíveis danos estruturais em edifícios** (3,5 mm/s de acordo com o critério LNEC);
- Os valores máximos globais foram obtidos para a componente vertical da vibração, ainda assim, o maior valor global (**0,130 mm/s**) foi inferior em 27 vezes ao referido limiar de admissibilidade.

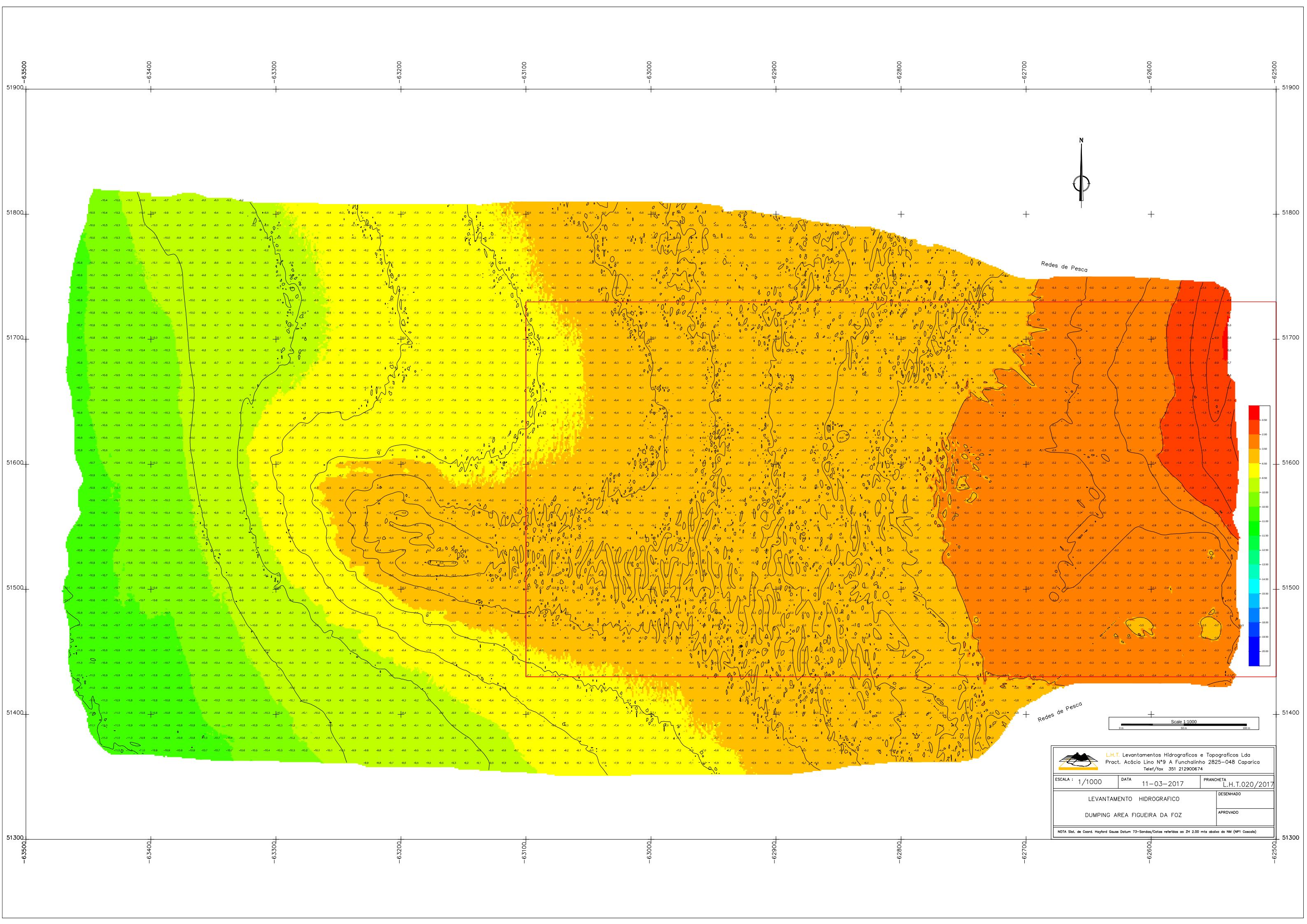
ANEXO - Registos temporais das medições



P2 [26-12-2020 17:58]	Canal 1 – 26,3 $\mu\text{m/s}$	
	Canal 2 – 33,3 $\mu\text{m/s}$	
	Canal 3 – 110,3 $\mu\text{m/s}$	

ANEXO 7

Levantamentos Topográficos



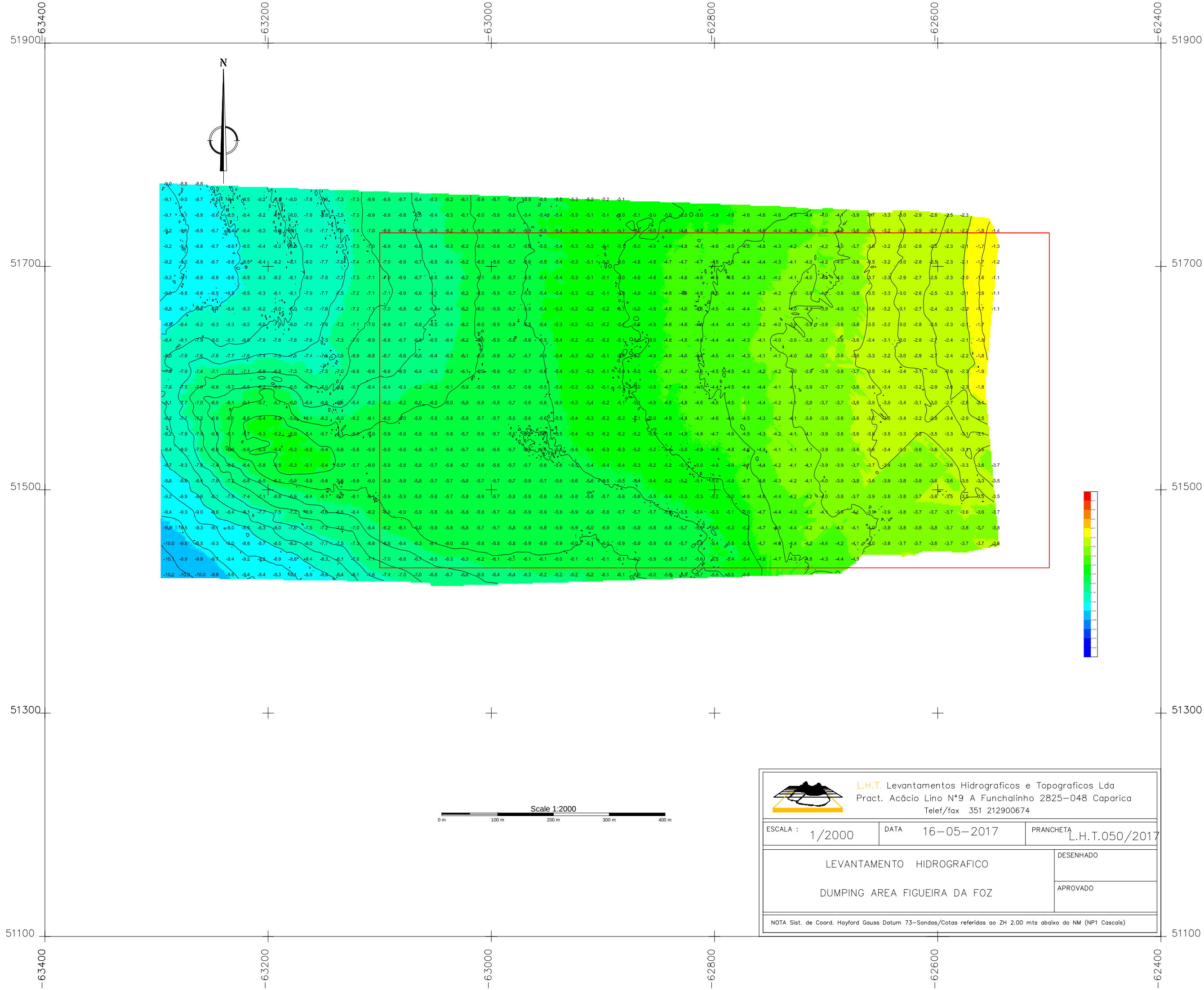


L.H.T. Levantamentos Hidrográficos e Topográficos Lda

Pract. Acção Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Coparica

Telet/fax 351 212900674

ESCALA : 1/1000	DATA 11-03-2017	PRANCHETA L.H.T.020/2017
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sit. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2,00 mta abaixo do NM (NP1 Cascale)		

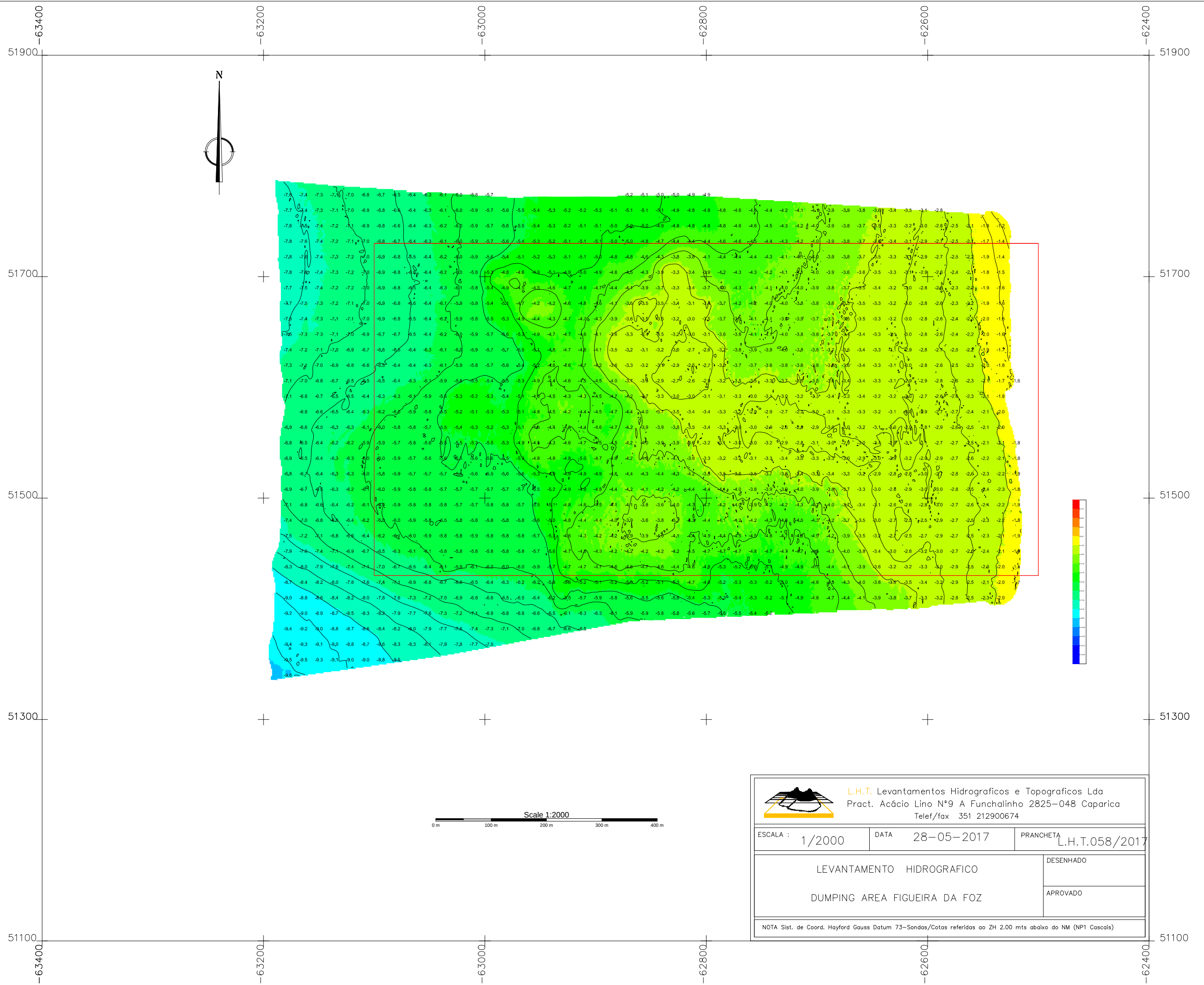


Scale 1:2000
0 m 100 m 200 m 300 m 400 m

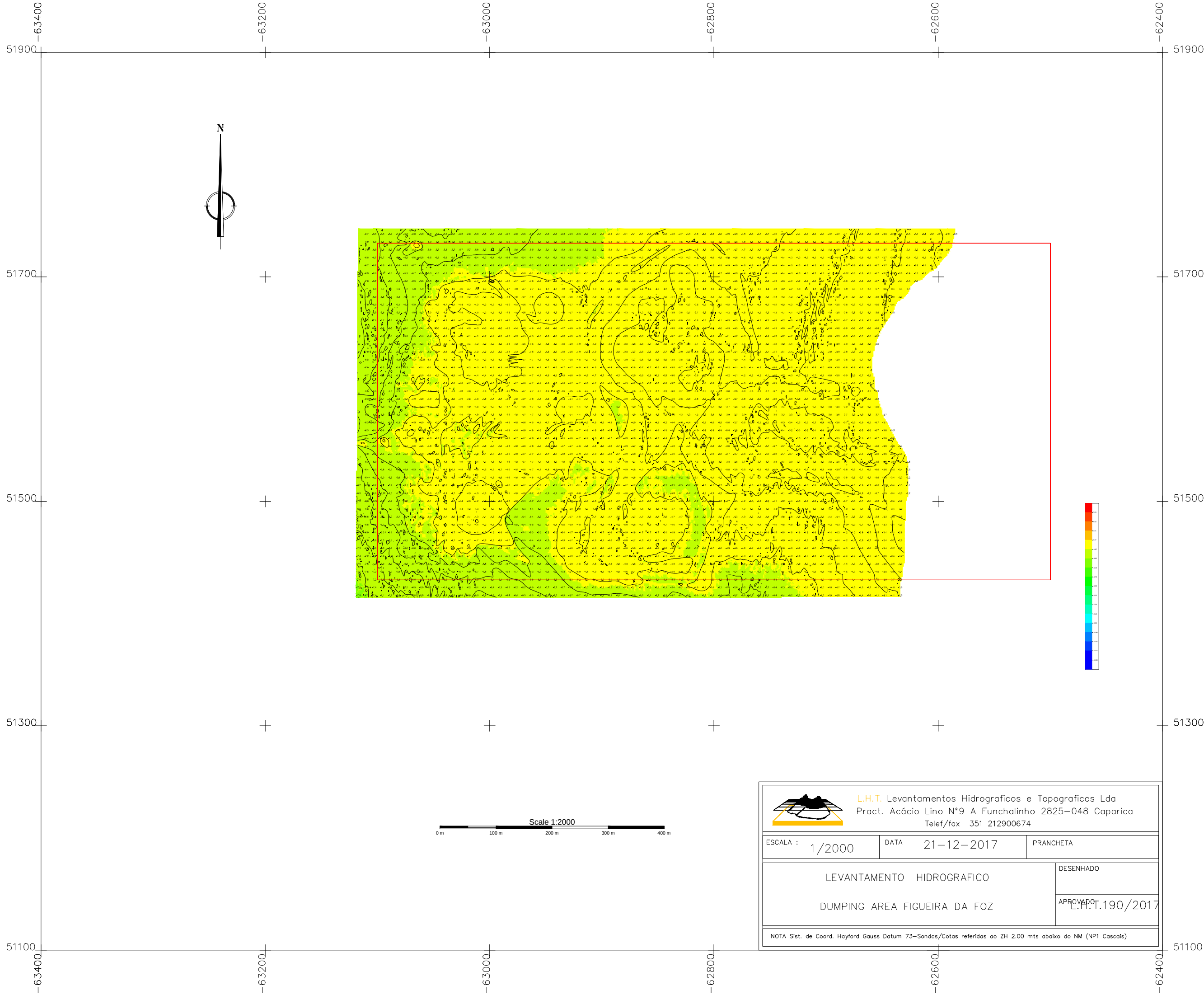


L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acção Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

ESCALA : 1/2000	DATA 16-05-2017	PRANCHETA L.H.T.050/2017
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		DESENHADO
		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)		

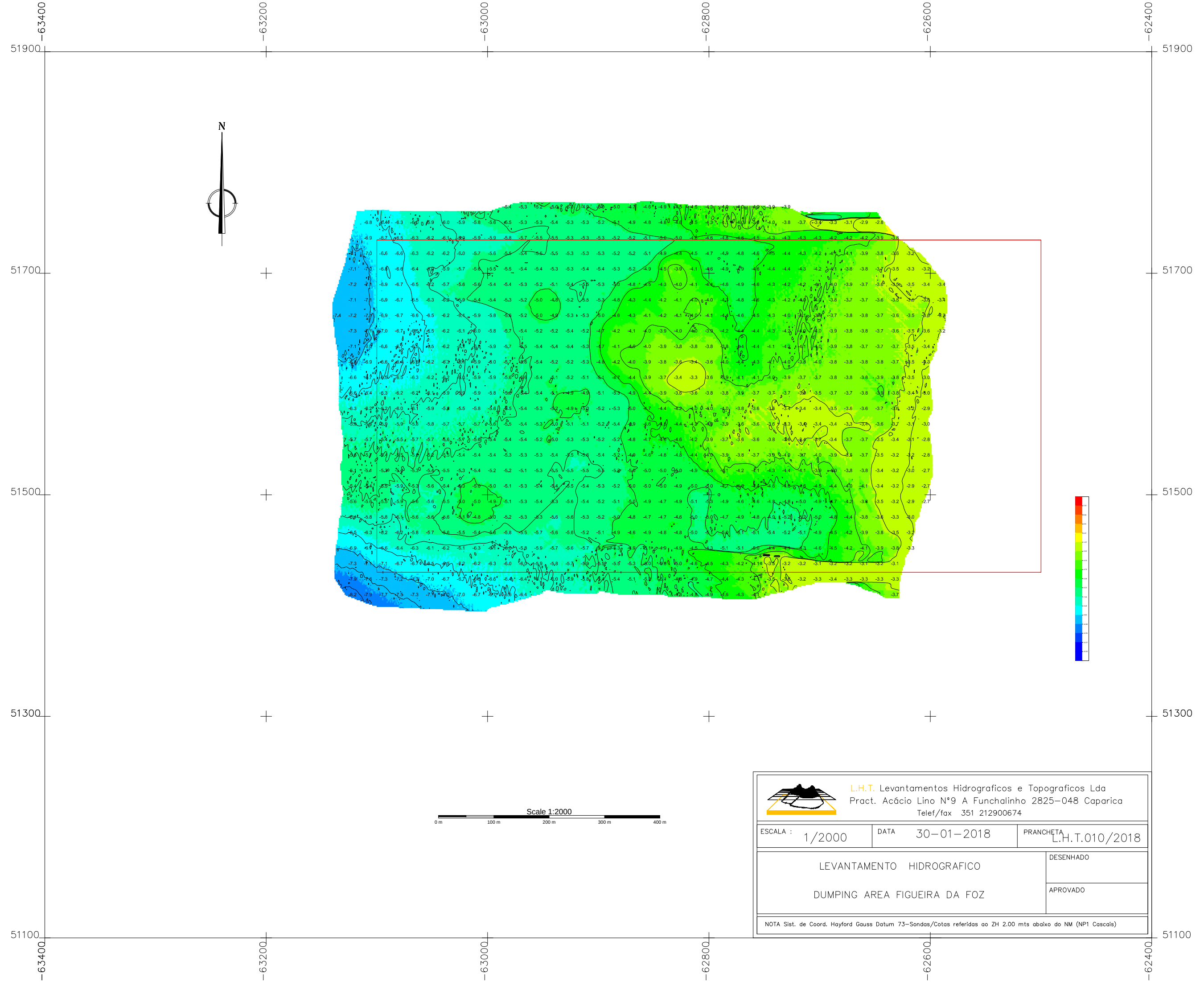


 L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda Pract. Acácio Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Caparica Telef/fax 351 212900674		
ESCALA : 1/2000	DATA 28-05-2017	PRANCHETA L.H.T.058/2017
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)		



Scale 1:2000
0 m 100 m 200 m 300 m 400 m

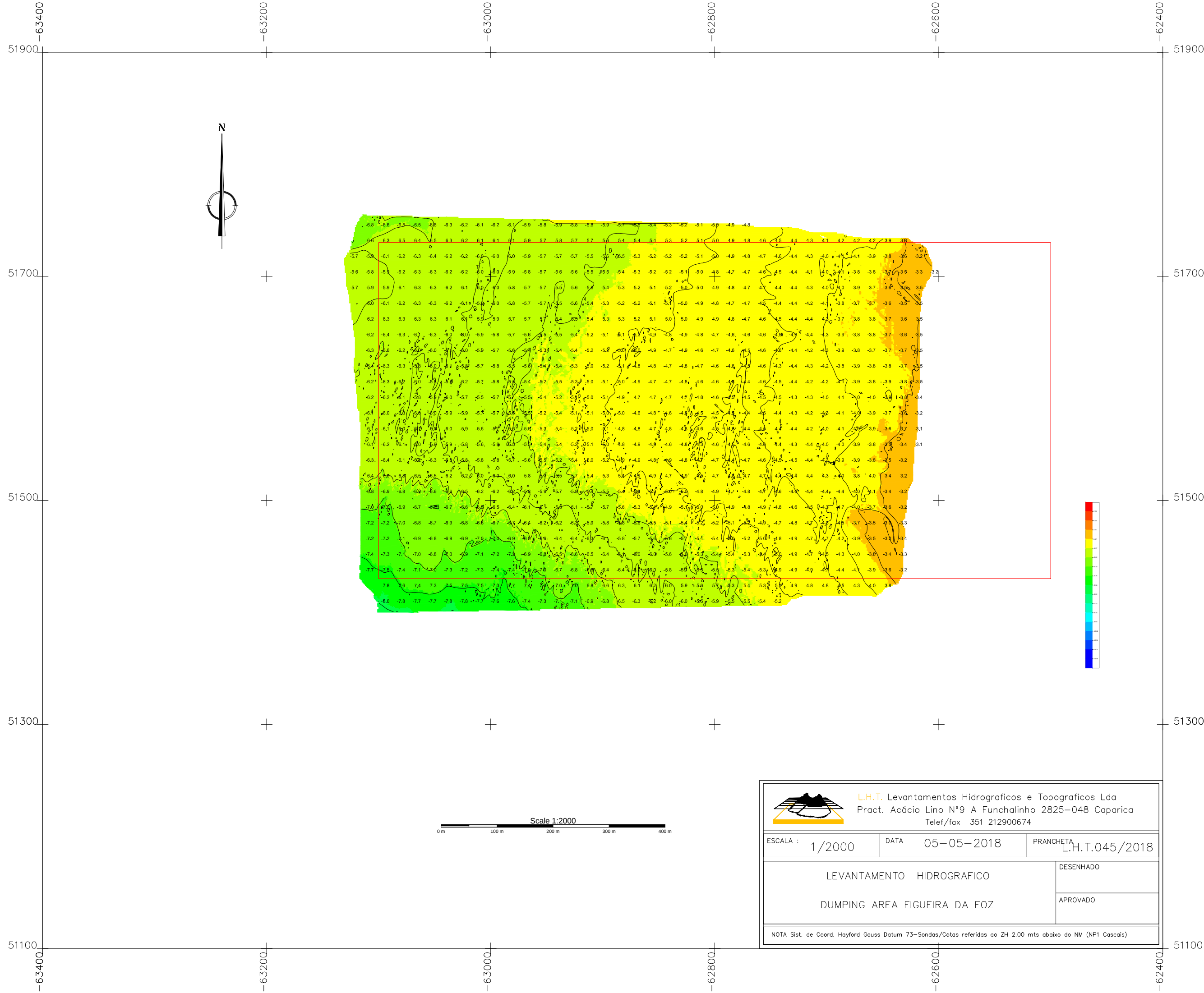
			L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda Pract. Acácio Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Caparica Telef/fax 351 212900674		
ESCALA : 1/2000		DATA 21-12-2017		PRANCHETA	
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ				DESENHADO	
				APROVADO L.H.T.190/2017	
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascois)					





L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acácio Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

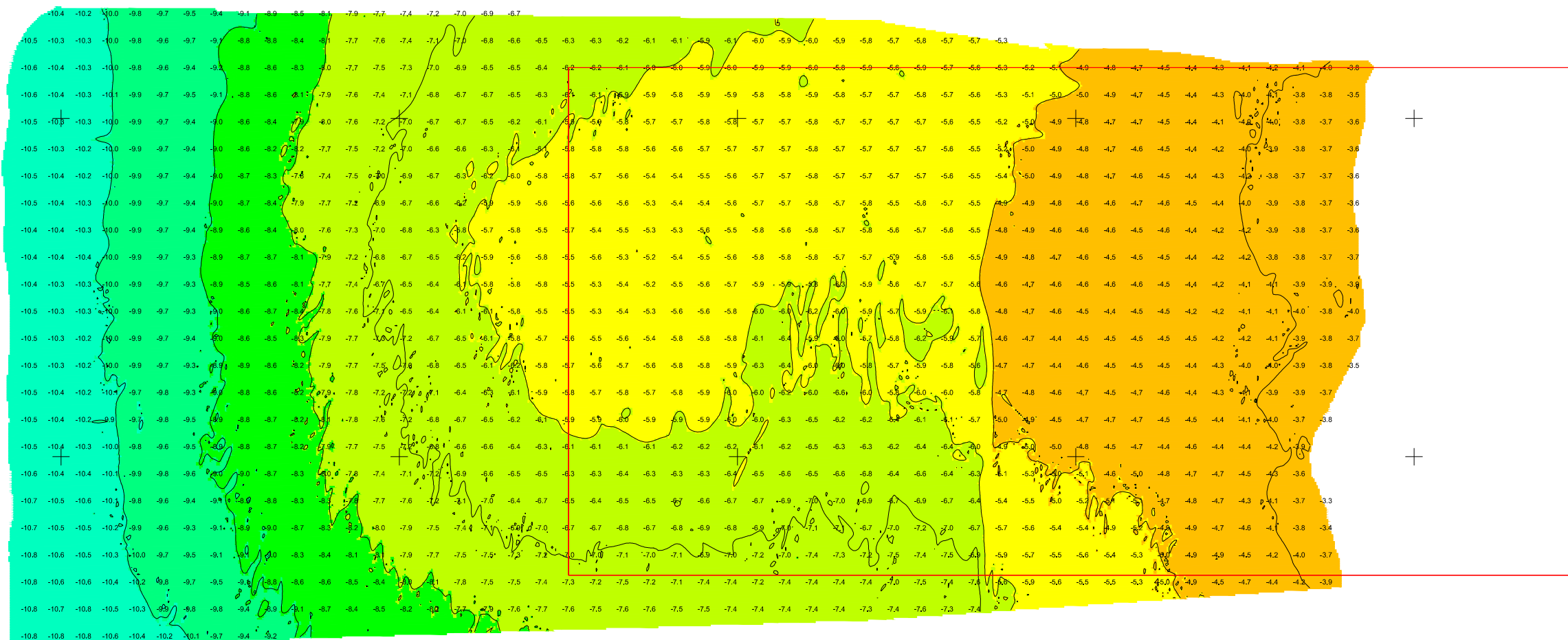
ESCALA : 1/2000	DATA 30-01-2018	PRANCHETA L.H.T.010/2018
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)		





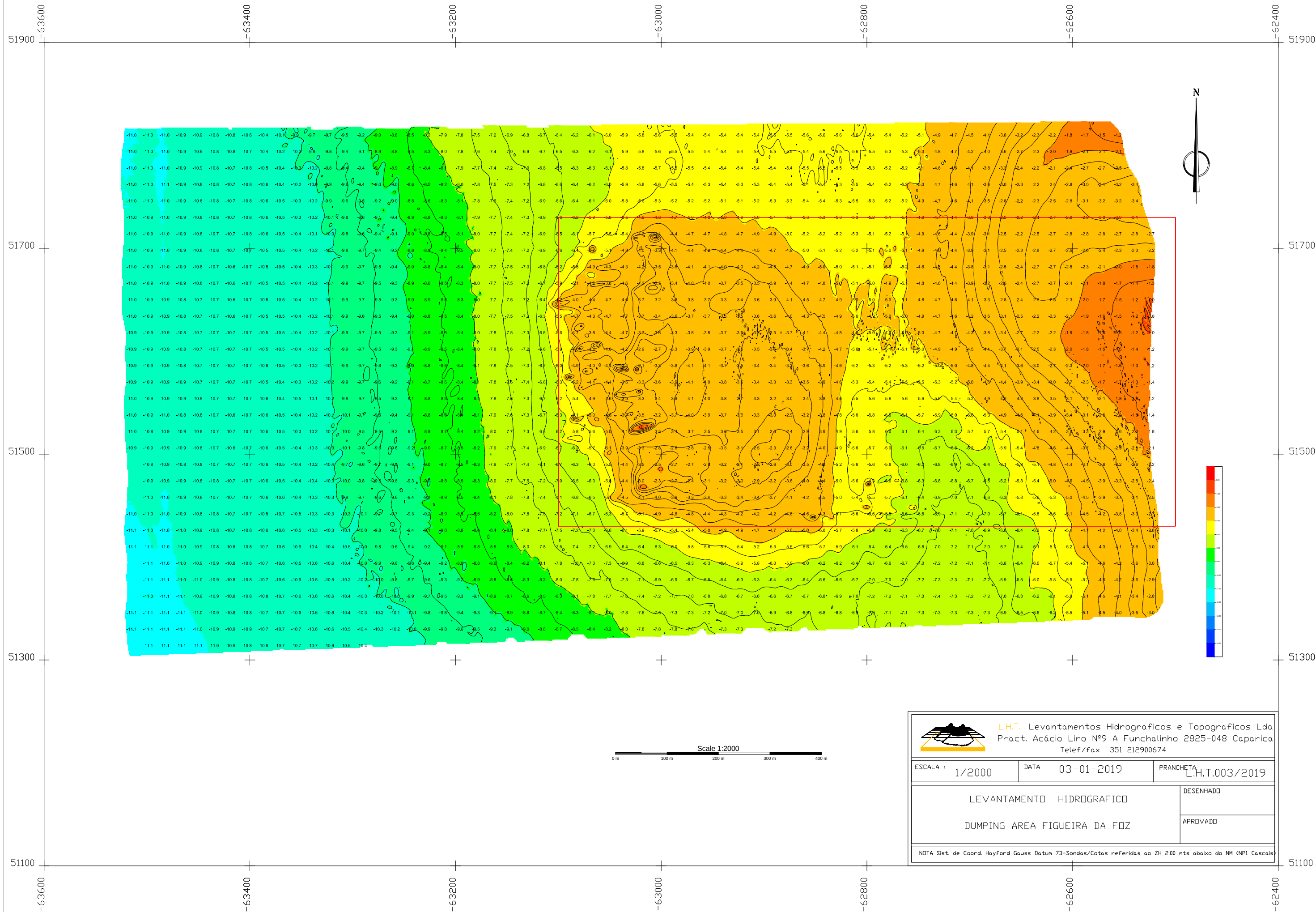
L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acácio Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

ESCALA : 1/2000	DATA 05-05-2018	PRANCHETA L.H.T.045/2018
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)		



Scale 1:2000

			L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda Pract. Acácio Lino N°9 A Funchalinho 2825-048 Caparica Telef/fax 351 212900674	
ESCALA :	1/2000	DATA	14-11-2018	PRANCHETA L.H.T.119/2018
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO				DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ				APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)				

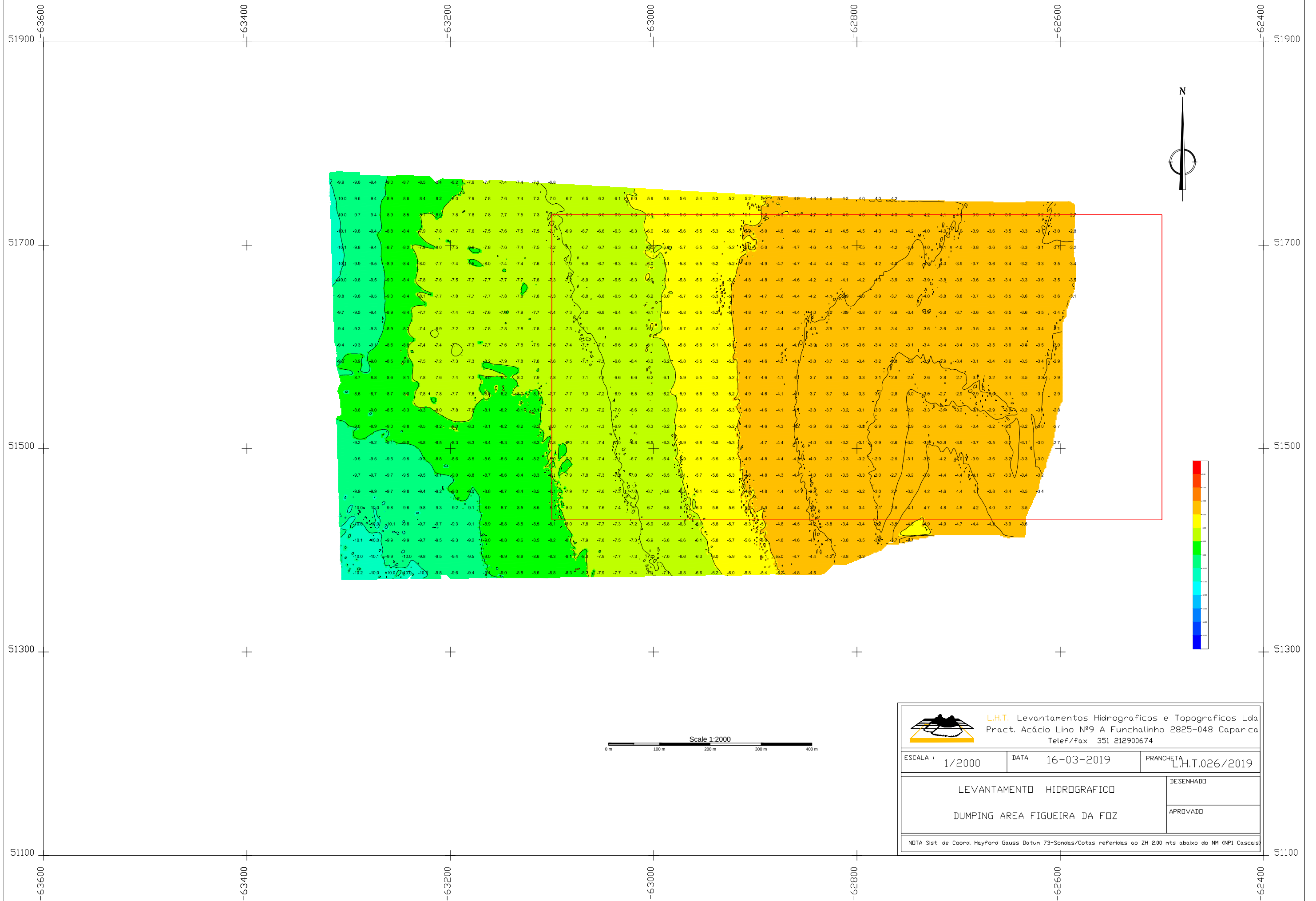




L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acácio Lino Nº9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

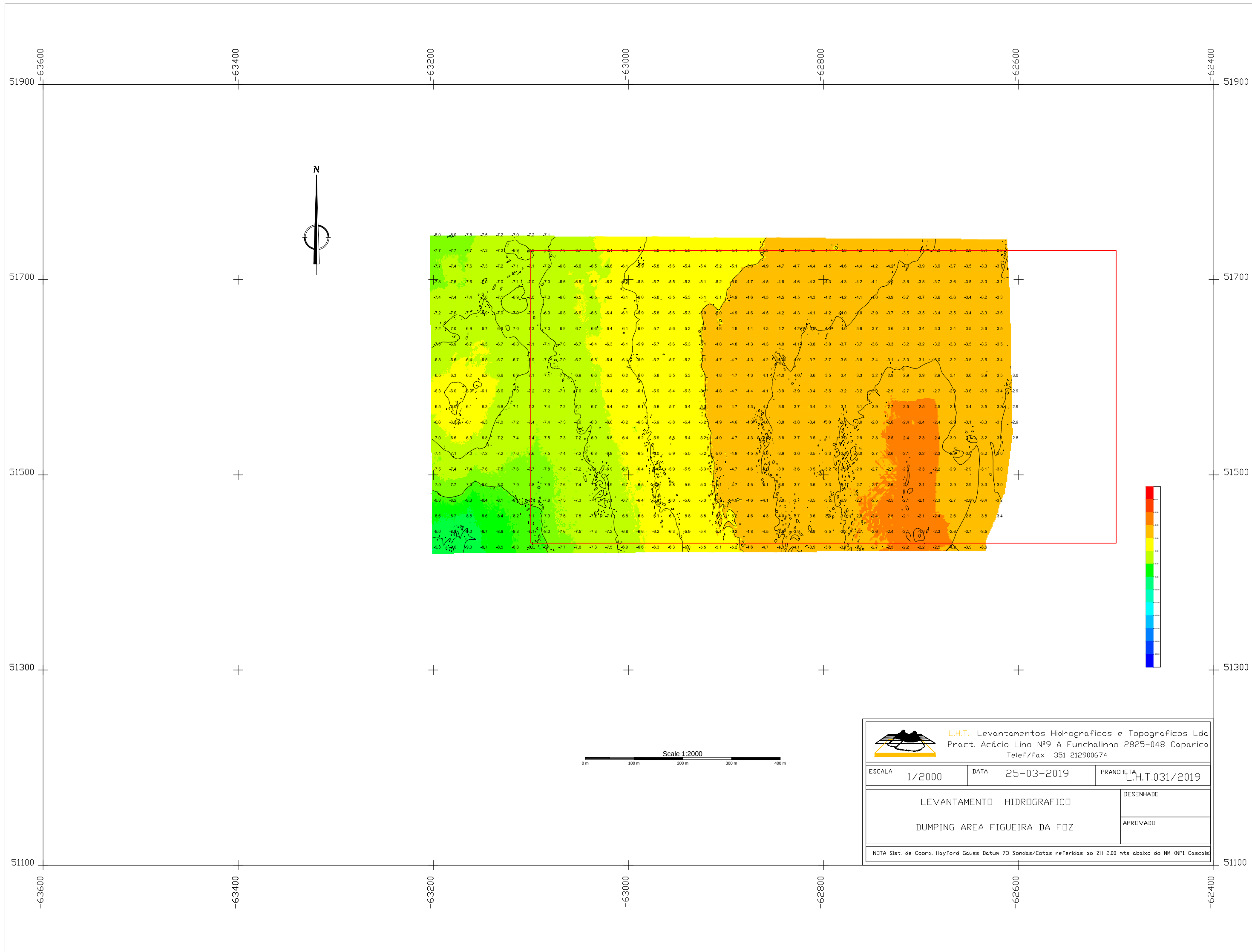
ESCALA : 1/2000	DATA 03-01-2019	PRANCHETA L.H.T.003/2019
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO

NDTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidos ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)



Scale 1:2000
0 m 100 m 200 m 300 m 400 m

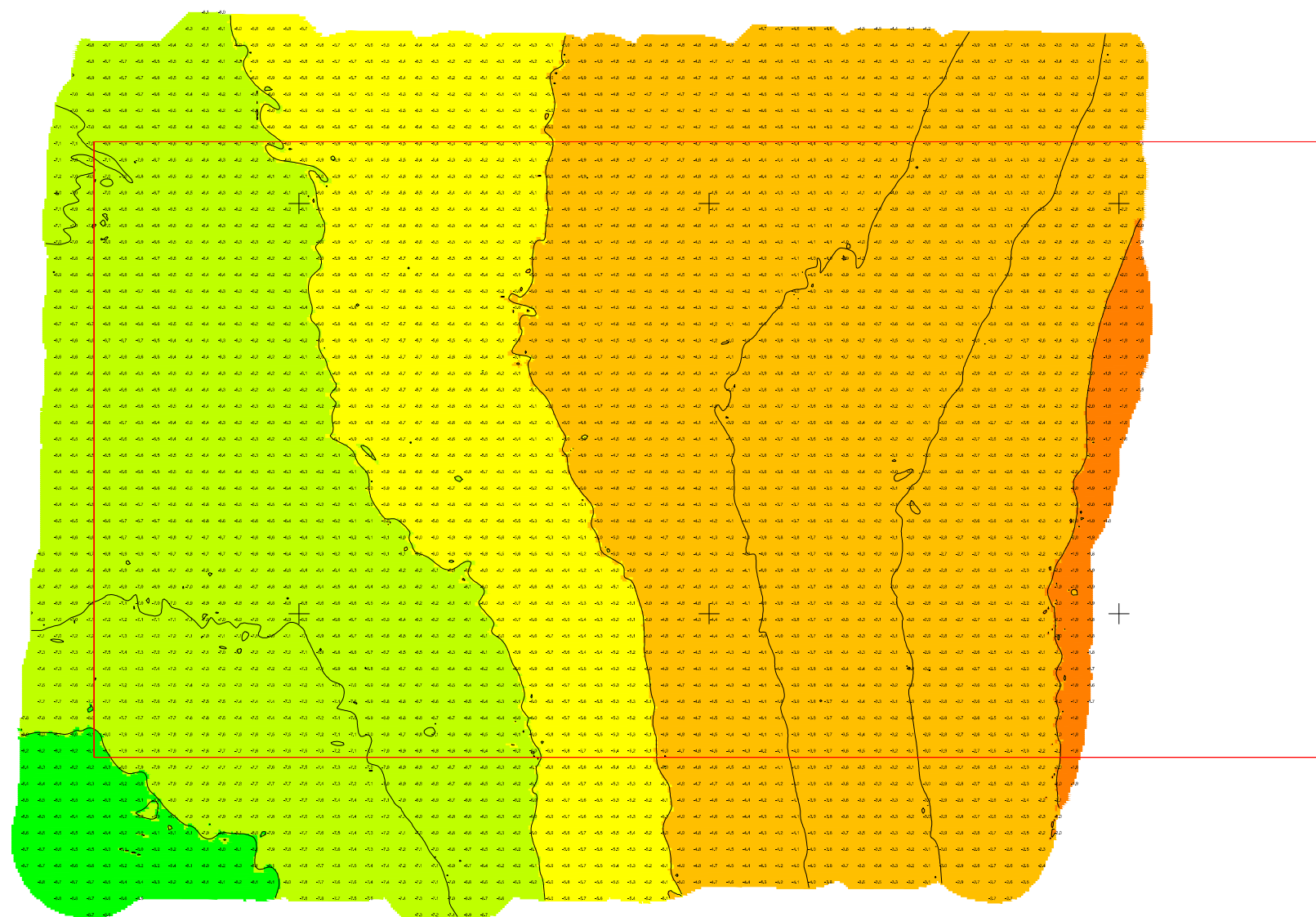
 L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda Pract. Acácio Lino Nº9 A Funchalinho 2825-048 Caparica Telef/fax 351 212900674		
ESCALA : 1/2000	DATA 16-03-2019	PRANCHETA L.H.T.026/2019
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)		





L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acácio Lino Nº9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

ESCALA : 1/2000	DATA 25-03-2019	PRANCHETA L.H.T.031/2019
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NP1 Cascais)		

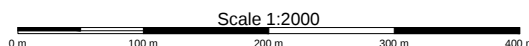
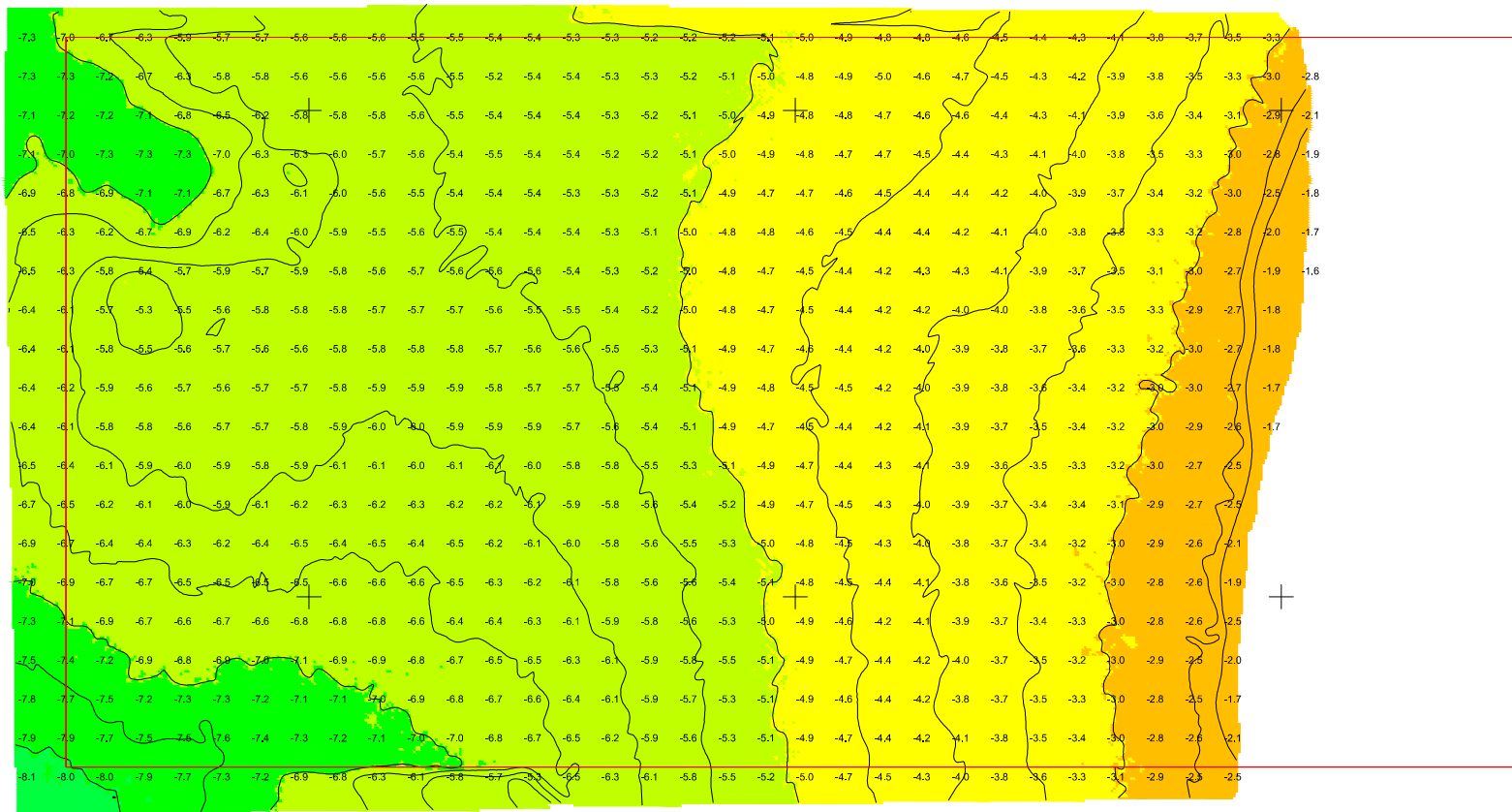


Scale 1:2000
0 m 100 m 200 m 300 m 400 m



L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acácio Lino Nº9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

ESCALA : 1/2000	DATA 04-06-2019	PRANCHETA L.H.T.061/2019
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NPI Cascais)		



L.H.T. Levantamentos Hidrograficos e Topograficos Lda
Pract. Acácio Lino Nº9 A Funchalinho 2825-048 Caparica
Telef/fax 351 212900674

ESCALA : 1/2000	DATA 12-07-2019	PRANCHETA L.H.T.082/2019
LEVANTAMENTO HIDROGRAFICO		DESENHADO
DUMPING AREA FIGUEIRA DA FOZ		APROVADO
NOTA Sist. de Coord. Hayford Gauss Datum 73-Sondas/Cotas referidas ao ZH 2.00 mts abaixo do NM (NPI Cascais)		