

BRIGADA HIDROGRÁFICA
ELEMENTO HI21HL02
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL
REL TF HI 02/22
**LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO
EM FARO OLHÃO**
2022-01-25 A 2022-02-16

2022-03-17

NÃO CLASSIFICADO

FOLHA DE DIFUSÃO		
CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DO RELATÓRIO Não classificado		
RESTRIÇÕES COM RESTRIÇÕES <input checked="" type="checkbox"/> SEM RESTRIÇÕES/PÚBLICO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USO EXCLUSIVO DO IH <input type="checkbox"/> USO EXCLUSIVO DO CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/> DIVULGAÇÃO SUJEITA A AUTORIZAÇÃO PRÉVIA <input checked="" type="checkbox"/> OUTRAS (VER NOTAS) DURAÇÃO DAS RESTRIÇÕES: <input checked="" type="checkbox"/> PERMANENTE <input type="checkbox"/> ____ ANOS		DESCCLASSIFICAÇÃO Nada a referir DISTRIBUIÇÃO/DISPONIBILIDADE DO RELATÓRIO DD, HI, BH
AUTOR(ES) Primeiro-tenente Teixeira de Carvalho Segundo-tenente Murta Cunha Capitão-de-fragata Pinto da Silva		AUTOR INSTITUCIONAL Instituto Hidrográfico Brigada Hidrográfica
TÍTULO DO RELATÓRIO Levantamento topo-hidrográfico em Faro Olhão		
TIPO DE RELATÓRIO Técnico Final	DESIGNAÇÃO DO RELATÓRIO REL TF HI 02/22	ELEMENTO E ANO HI21HL02 2022
PERÍODO DE EXECUÇÃO 2022-01-25 a 2022-02-16	DATA DO RELATÓRIO 2022-03-17	N.º DE FOLHAS 142
NOTAS 		
RESUMO <p>O levantamento topo-hidrográfico em Faro Olhão teve como objetivo a obtenção de informação topo-hidrográfica atualizada para efeitos de atualização cartográfica, sendo que o levantamento da área adjacente ao cais das Portas do Mar decorreu duma solicitação do Comando Naval e teve como objetivo verificar a evolução batimétrica para efeitos de apoio à realização do Dia da Marinha de 2022.</p> <p>No levantamento hidrográfico utilizaram-se as embarcações de sondagem: <i>Mergulhão</i>, equipada com o sistema sondador multifeixe KONGSBERG EM 2040C e um <i>Bote Zebro III</i>, equipado com o sistema sondador de feixe simples TELEDYNE ODOM ECHOTRAC CV100; sendo o posicionamento assegurado por um sistema DGNSS RTK.</p> <p>Adicionalmente, foi realizada topografia de estruturas relevantes e coordenação de ajudas à navegação.</p>		
EDITOR INSTITUTO HIDROGRÁFICO Rua das Trinas 49, 1249-093 Lisboa Tel. 210 943 000 / Fax 210 943 299 geral@hidrografico.pt		DESCRITORES Faro Olhão Levantamentos portuários
DATA DE EDIÇÃO Março de 2022		

NÃO CLASSIFICADO

LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

N.º	DISTRIBUIÇÃO INTERNA	DISTRIBUIÇÃO EXTERNA	FORMATO
1	DD		PAPEL
2	HI		PDF
3	BH		PDF

EXEMPLAR N.º __

ÍNDICE

FOLHA DE DIFUSÃO	iii
LISTA DE DISTRIBUIÇÃO.....	v
ÍNDICE	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
1. Introdução.....	1
2. Elementos de planeamento.....	2
2.1. Cartografia em vigor	2
2.2. Resumo histórico.....	2
2.3. Reconhecimento	2
3. Sistemas de referência	2
3.1. Referência horizontal.....	2
3.1.1. Datum	2
3.1.2. Elipsoide	2
3.1.3. Sistema de projeção	2
3.2. Referência vertical.....	3
3.2.1. Zero Hidrográfico	3
3.2.2. Nível Médio Adotado.....	3
3.2.3. Modelo do geóide	3
4. Rede local.....	3
4.1. Estações de referência.....	3
4.2. Pontos de apoio	3
5. Hidrografia	4
5.1. Esquema de cobertura	4
5.2. Maré.....	4
5.2.1. Redução de maré	4
5.3. Aquisição de dados SMF	5
5.3.1. Configuração do sistema sondador.....	5
5.3.2. Posicionamento e atitude da plataforma	5
5.3.3. Velocidade de propagação do som.....	6
5.3.4. Controlo e gravação da informação hidrográfica.....	6
5.4. Processamento de dados SMF	7
5.4.1. Preparação e análise dos datagramas.....	7
5.4.2. Exatidão do sistema de posicionamento	7
5.4.3. Balanço da incerteza das medições.....	8
5.4.4. Avaliação da incerteza das medições	8

5.4.5. Comparação entre métodos de redução de maré.....	8
5.4.6. Georreferenciação e correção das sondas.....	9
5.4.7. Validação dos modelos batimétricos	9
5.4.8. Produtos finais.....	10
5.5. Aquisição de dados SFS.....	10
5.5.1. Configuração do sistema sondador	10
5.5.2. Posicionamento e atitude da plataforma.....	10
5.5.3. Velocidade de propagação do som	10
5.5.4. Controlo e gravação da informação hidrográfica	11
5.6. Processamento de dados SFS.....	11
5.6.1. Preparação e análise dos datagramas	11
5.6.2. Exatidão do sistema de posicionamento.....	11
5.6.3. Avaliação da incerteza das medições.....	12
5.6.4. Georreferenciação e correção das sondas	12
5.6.5. Validação dos perfis de feixe simples.....	12
5.6.6. Produtos finais.....	12
5.7. Comparação entre sistemas sondadores.....	12
5.7.1. Comparação entre os sondadores multifeixe e de feixe simples	12
6. Topografia	13
6.1. Estruturas	13
6.1.1. Controlo de qualidade	13
6.1.2. Produtos finais.....	13
7. Elementos de navegação	13
7.1. Objetos, obstruções e estruturas relevantes	13
7.2. Profundidades mínimas	14
7.3. Avisos à navegação.....	14
7.4. Ajudas à navegação	14
7.4.1. Ajudas à navegação flutuantes.....	14
7.4.2. Ajudas à navegação fixas.....	14
8. Outros elementos	15
8.1. Evolução batimétrica.....	15
8.2. Comparação com a cartografia em vigor.....	15
8.3. Toponímia.....	15
9. Produtos finais.....	15
10. Dados estatísticos	16
10.1. Trabalhos em terra.....	16
10.2. Trabalhos no mar.....	16

10.3. Espaço em disco	17
11. Diversos.....	17
11.1. Apoios	17
11.2. Limitações	17
12. Conclusões	17
REFERÊNCIAS	19

TABELAS

Tabela I – Coordenação da estação de referência.	3
Tabela II – Aplicabilidade do modelo do geoide GeodPT08 no canal de Faro.	5
Tabela III – Aplicabilidade do modelo do geoide GeodPT08 no Cais de Hangares e na Doca de Olhão.	5
Tabela IV – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 26 janeiro 2022 (☉ IH BH 05/2019).	7
Tabela V – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 4 fevereiro 2022 (☉ IH BH 05/2019).	7
Tabela VI – Exatidão do sistema de posicionamento (☉ IH BH 05/2019) – 07FEV2022. .	11
Tabela VII – Exatidão do sistema de posicionamento (☉ IH BH 05/2019) – 16FEV2022. .	11
Tabela VIII – Parâmetros estatísticos da comparação entre sistemas sondadores.	13
Tabela IX – Exatidão do sistema de posicionamento.....	13
Tabela X – Objetos, obstruções e estruturas relevantes.....	14
Tabela XI – Profundidades mínimas.....	14

APÊNDICES

Apêndice A-1	Equipa do Levantamento
Apêndice A-2	Equipamento do Levantamento
Apêndice B	Esquema da Área Sondada
Apêndice C-1	Relação de Coordenadas dos Pontos de Apoio
Apêndice C-2	Fichas de Ponto Coordenado dos Pontos de Apoio
Apêndice D-1	Parâmetros de Aquisição dos Dados Hidrográficos
Apêndice D-2	Parâmetros de Processamento dos Dados Hidrográficos
Apêndice D-3	Modelação Batimétrica
Apêndice E-1	Maré
Apêndice E-2	Modelo do Geoide
Apêndice F-1	Relação de Coordenadas das Ajudas à Navegação Flutuantes
Apêndice F-2	Relação de Coordenadas das Ajudas à Navegação Fixas

Apêndice F-3	Fichas de Ponto Coordenado das Ajudas à Navegação Fixas
Apêndice G-1	Evolução Batimétrica
Apêndice G-2	Comparação com a Cartografia em Vigor
Apêndice H	Velocidade de Propagação do Som

ANEXOS

Anexo A	Ordem de Execução e Instruções Técnicas
Anexo B	Marcas de Nivelamento do Instituto Hidrográfico

LISTA DE ABREVIATURAS

AN	Ajuda à Navegação
ANAC	Avaliação da Necessidade de Atualização Cartográfica
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BD	Base de Dados
BH	Brigada Hidrográfica
BNAF	Estação da ReNEP de Benafim
CAD	Computer Aided Design
CARIS HIPS	Computer Aided Resource Information System Hydrographic Information Processing System
CEN	Carta Eletrónica de Navegação
CN	Carta Náutica
CW	Continuous Wave
CSAR	Caris Spatial Archive
CUBE	Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System
DGT	Direção-Geral do Território
DWG	Extensão de Ficheiro do Software AUTOCAD
DXF	Drawing Exchange Format
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
FPC	Ficha de Ponto Coordenado
FPS	Fiada Principal de Sondagem
FVS	Fiada de Verificação de Sondagem
GeodPT08	Modelo do Geoide GeodPT08
GNSS	Global Navigation Satellite System
GRS80	Geodetic Reference System 1980
HI	Divisão de Hidrografia do Instituto Hidrográfico
IH	Instituto Hidrográfico
IT	Instruções Técnicas
KM	Kongsberg Maritime
LAGO	Estação da ReNEP de Lagos
LG	Leica Geosystems
LH	Levantamento Hidrográfico
LT	Levantamento Topográfico
LTH	Levantamento Topo-Hidrográfico
MB	Modelo Batimétrico

MBDO	Modelo Batimétrico de Detecção de Objetos
MBFS	Modelo Batimétrico de Perfis de Feixe Simples
MIVA	Máxima Incerteza Vertical Admissível
MN	Marca de Nivelamento
MRU	Motion Reference Unit
NMA	Nível Médio Adotado
OE	Ordem de Execução
OHI	Organização Hidrográfica Internacional
PA	Ponto de Apoio
PDF	Portable Document Format
PN	Publicação Náutica
RADAR	<i>Radio Detection And Ranging</i>
REF	Estação de Referência
REL TF	Relatório Técnico Final
ReNEP	Rede Nacional de Estações Permanentes
RMS	Root Mean Square
RP	Reference Point
RTK	Real-Time Kinematic
SDTP	Shoalest Depth True Position
SFS	Sondador de Feixe Simples
SIS	<i>Seafloor Information System</i>
SMF	Sondador Multifeixe
SVP	<i>Sound Velocity Profiler</i>
TAVI	Estação da ReNEP de Tavira
TBC	Trimble Business Center
THU	Total Horizontal Uncertainty
TIFF	Tagged Image File Format
TIN	Triangular Irregular Network
TM	Teledyne Marine
TVU	Total Vertical Uncertainty
UHF	Ultra High Frequency
VPS	Velocidade de Propagação do Som
ZH	Zero Hidrográfico

BRIGADA HIDROGRÁFICA
ELEMENTO HI21HL02
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL
REL TF HI 02/22

LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO EM FARO OLHÃO

2022-01-25 A 2022-02-16

1. Introdução

A Brigada Hidrográfica (BH), em cumprimento da Ordem de Execução (OE) 06/DT/22 de 14 de janeiro de 2022 e de acordo com as Instruções Técnicas (IT) 02/22, aditamento n.1 e alteração n.1 ao aditamento n.1 da Divisão de Hidrografia (HI) do Instituto Hidrográfico (IH), reproduzidas no anexo A, realizou, no período de 25 de janeiro a 16 de fevereiro de 2022, um levantamento topo-hidrográfico (LTH) na Barra Nova, no canal de Faro, nos acessos ao cais das Portas do Mar (em Faro), no Cais de Hangares (na ilha da Culatra) e na Doca de Olhão.

A equipa envolvida e o equipamento utilizado no levantamento encontram-se detalhados nos apêndices A-1 e A-2, respetivamente.

Os trabalhos de estabelecimento da rede local consistiram nas seguintes ações:

- Instalação de estações de referência (REF);
- Coordenação de pontos de apoio (PA) e de marcas de nivelamento (MN).

Os levantamentos hidrográficos (LH) compreenderam as seguintes classificações¹:

- Ordem especial: na Barra Nova, no canal de Faro, no Cais de Hangares (ilha da Culatra) e na Doca de Olhão;
- Ordem 1b: nos acessos ao Cais das Portas do Mar, em Faro.

O levantamento topográfico (LT) incluiu os seguintes trabalhos:

- Coordenação da marca do enfiamento de entrada na barra, na Igreja Matriz, em Estói;
- Delineação de infraestruturas portuárias.

O LTH teve como objetivo a obtenção de informação topo-hidrográfica atualizada para efeitos de atualização cartográfica, sendo que o LH da área adjacente ao cais das Portas do Mar decorreu duma solicitação do Comando Naval e teve como objetivo verificar a evolução batimétrica para efeitos de apoio à realização do Dia da Marinha de 2022.

¹ Conforme publicação S-44 – *Especificações da Organização Hidrográfica Internacional para Levantamentos Hidrográficos*, 6.^a edição, setembro de 2020.

2. Elementos de planeamento

2.1. Cartografia em vigor

A área do levantamento encontra-se representada na Carta Náutica (CN):

- 26311 – Barra e Portos de Faro e Olhão, 2.^a edição de maio de 2004, (reimpressão de setembro de 2009).

A área do levantamento encontra-se representada na Carta Eletrónica de Navegação (CEN):

- PT526311 – Barra e Portos de Faro e Olhão.

2.2. Resumo histórico

Os últimos levantamentos realizados nesta área decorreram:

- Entre 16 de setembro e 7 de outubro de 2019, conforme relatório técnico final (REL TF) HI 16/19;
- Entre 10 e 13 de julho de 2017, conforme REL TF HI 16/17;
- Entre 30 de novembro e 17 de dezembro de 2010, conforme REL TF HI 20/10.

2.3. Reconhecimento

O reconhecimento foi efetuado em 18 de janeiro de 2022, tendo-se identificado as facilidades logísticas disponíveis, verificado a permanência dos PA e MN de missões anteriores e procedido à instalação da REF no farol de S.^a Maria, na ilha da Culatra. Adicionalmente, foram prestados cumprimentos ao Comandante de Zona Marítima do Sul e ao Capitão do Porto de Olhão.

Foi também efetuado o reconhecimento marítimo, tendo-se identificado as áreas navegáveis da Ria Formosa.

3. Sistemas de referência

3.1. Referência horizontal

3.1.1. Datum

European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89).

3.1.2. Elipsoide

Geodetic Reference System 1980 (GRS80).

3.1.3. Sistema de projeção

PT-TM06 / ETRS89.

3.2. Referência vertical

3.2.1. Zero Hidrográfico

As profundidades encontram-se referidas ao Zero Hidrográfico (ZH), situado no local 2,00 m abaixo do Nível Médio Adotado (NMA) em Portugal Continental (Cascais, 1938).

3.2.2. Nível Médio Adotado

Na coordenação de PA, de AN e na topografia foi utilizado como plano de referência o NMA em Portugal Continental.

3.2.3. Modelo do geóide

Na redução da altitude elipsoidal à altitude ortométrica foi utilizado como plano de referência o modelo do geóide GeodPT08, válido em Portugal Continental.

4. Rede local

4.1. Estações de referência

A REF *Differential Global Navigation Satellite System* (DGNSS) *Real-Time Kinematic* (RTK) para o posicionamento das embarcações de sondagem foi instalada no farol de S.^a Maria, na ilha da Culatra. Neste âmbito, foi coordenado o PA3D © REF Faro com um recetor TRIMBLE R9s em modo DGNSS estático. O processamento das observações *Global Navigation Satellite System* (GNSS) foi efetuado no software TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC) v.5.60, através de ajuste de rede e forçamento das coordenadas (latitude, longitude e altitude elipsoidal), utilizando as estações de referência da Rede Nacional de Estações Permanentes (ReNEP): Benafim (BNAF), Lagos (LAGO) e Tavira (TAVI). Os parâmetros de qualidade da coordenação encontram-se descritos na tabela I.

Tabela I – Coordenação da estação de referência.

Designação	Distância à Área de Sondagem		Incerteza (95%)		
	Mínima (m)	Máxima (m)	Leste (m)	Norte (m)	Altitude (m)
© REF Faro	380	9 000	0,007	0,007	0,045

A relação de coordenadas dos pontos de apoio encontra-se detalhada no apêndice C-1.

4.2. Pontos de apoio

Foram coordenados quatro PA3D, com um recetor TRIMBLE R2 em modo DGNSS estático. O processamento das observações GNSS foi efetuado no software TBC v.5.60, através de ajuste de rede e forçamento das coordenadas (latitude, longitude e altitude elipsoidal), utilizando as estações de referência da ReNEP: BNAF, LAGO e TAVI.

A relação de coordenadas dos PA e as Fichas de Ponto Coordenado (FPC) encontram-se detalhadas nos apêndices C-1 e C-2, respetivamente.

5. Hidrografia

5.1. Esquema de cobertura

O LH de ordem especial foi efetuado com um sistema sondador multifeixe (SMF) e as seguintes características:

- Fiadas principais de sondagem (FPS) com direção paralela à batimetria;
- Sobreposição de 40 % entre FPS adjacentes;
- Fiadas de verificação de sondagem (FVS) com espaçamento médio inferior a 15 vezes o espaçamento médio das FPS;
- Modelo batimétrico de detecção de objetos (MBDO).

O LH de ordem 1b foi efetuado com um sistema sondador de feixe simples (SFS) e as seguintes características:

- FPS com direção perpendicular à batimetria;
- Espaçamento de 5 m entre FPS, exceto entre a entrada da marina de Faro e o limite norte da área de sondagem, junto a terra, onde o espaçamento variou entre 10 m e 20 m;
- FVS com espaçamento médio inferior a 15 vezes o espaçamento médio das FPS;
- Modelo batimétrico de perfis de feixe simples (MBFS).

O esquema da área sondada encontra-se detalhado no apêndice B.

5.2. Maré

5.2.1. Redução de maré

A redução da sondagem foi efetuada através dos dados de altitude elipsoidal do sistema DGNS RTK, minimizando erros relacionados com o comportamento dinâmico das embarcações e com a variação espacial e temporal da altura de maré.

Este método baseou-se na utilização do modelo do geoide GeodPT08, após verificação da sua aplicabilidade na área de sondagem, conforme descrito nas tabelas II e III.

O estudo da aplicabilidade do modelo do geoide encontra-se detalhado no apêndice E-2.

Tabela II – Aplicabilidade do modelo do geóide GeodPT08 no canal de Faro.

Designação	Altitude Ortométrica GeodPT08 (m)	Altitude Ortométrica NMA (m)	Diferença (m)
⊙ IH BH 23/2006	2,74	2,875	-0,135
⊙ IH (Canto W-Cais Comercial)	2,763	2,883	-0,120
⊙ IH BH 29/2011	2,562	2,672	-0,110
⊙ IH BH 27/2011	2,562	2,679	-0,117
⊙ IH BH 31/2014	3,188	3,326	-0,138
⊙ IH BH 05/2019	2,732	2,868	-0,136
⊙ IH BH 09/2019	2,709	2,866	-0,157
⊙ IH BH 39/2010	2,835	2,967	-0,132
		Média	-0,130
		Desvio Padrão	0,015

Tabela III – Aplicabilidade do modelo do geóide GeodPT08 no Cais de Hangares e na Doca de Olhão.

Designação	Altitude Ortométrica GeodPT08 (m)	Altitude Ortométrica NMA (m)	Diferença (m)	Incerteza da coordenação (m)
⊙ IH BH2 06/93 Cais de Hangares	2,795	2,735	0,06	0,05
⊙ IH BH 09/89 Doca de Olhão	2,547	2,508	0,039	0,038

O controlo de qualidade do posicionamento vertical DGNSS RTK foi efetuado através dos dados de um marégrafo de *Radio Detection And Ranging* (RADAR) pertencente à rede maregráfica do IH, instalado no cais da ilha do Farol e referenciado à MN ⊙ IH BH 27/2011.

5.3. Aquisição de dados SMF

5.3.1. Configuração do sistema sondador

O LH de ordem especial foi realizado a bordo da embarcação de sondagem *Mergulhão*, com o SMF KONGSBERG EM 2040C a operar na frequência de 300 kHz e com uma imersão do transdutor de 0,60 m.

Os parâmetros de instalação e aferição do SMF, utilizados durante a aquisição de dados, encontram-se detalhados no apêndice D-1.

5.3.2. Posicionamento e atitude da plataforma

A integração do posicionamento e atitude (*heave, roll, pitch e heading*²) da embarcação de sondagem, referidos ao seu ponto de referência (RP³), foi assegurada pelo módulo SEAPATH 380, com base na informação do sensor inercial KONGSBERG SEATEX *Motion Reference Unit* (MRU) 5, das duas antenas GNSS NOVATEL GPS-704-X e das correções DGNSS RTK, recebidas via *Ultra High Frequency* (UHF), a partir da REF instalada no PA ⊙ REF Faro.

² Designações em inglês: arfagem, balanço, cabeceio e proa.

³ Sigla em inglês: *Reference Point*.

O posicionamento foi adquirido com uma taxa de 5 Hz e a atitude de 100 Hz.

5.3.3. Velocidade de propagação do som

A medição da velocidade de propagação do som (VPS) na água foi realizada:

- À profundidade de imersão do transdutor com um *probe* AML MICRO-X SV, com uma taxa de 1 Hz, permitindo o guiamento dos feixes do SMF;
- Ao longo da coluna de água com um perfilador (SVP⁴) AML-3 LGR, permitindo o traçado do raio acústico.

A execução de perfis de VPS obedeceu ao seguinte método:

- No início de cada sessão de sondagem, na zona de maior profundidade dentro da área do levantamento, a barlacorrente, foi adquirido um perfil através do SVP;
- Este perfil foi atualizado sempre que julgado conveniente, tendo em consideração a correspondência com a informação fornecida pelo *probe* e a alteração das condições ambientais (temperatura, maré).

A relação de perfis de VPS efetuados encontra-se detalhada no apêndice H.

5.3.4. Controlo e gravação da informação hidrográfica

A aquisição, controlo e gravação de dados foram efetuados através do software *Seafloor Information System (SIS)* v.4.3.2, associado ao SMF KONGSBERG EM 2040C:

- As profundidades medidas foram corrigidas dos dados de atitude da embarcação e dos parâmetros obtidos nas aferições e referidas ao nível instantâneo de água;
- A cobertura efetiva do SMF foi limitada a 120° (60° para cada bordo), correspondendo a uma largura da faixa sondada aproximadamente igual a 3,5 vezes a profundidade, com uma sobreposição de 40 % entre FPS adjacentes. Esta cobertura garantiu a busca total do fundo e permitiu cumprir as especificações de deteção de objetos requeridas para levantamentos de ordem especial, conforme definido na publicação S-44, 6ª edição de setembro de 2020 da Organização Hidrográfica Internacional (OHI);
- A aquisição de dados foi efetuada no modo de transmissão de impulso CW⁵ e de formação de feixes *Equidistant High Density*⁶, permitindo a aquisição de 400 sondas, no sentido bombordo-estibordo (*across-track*), por impulso transmitido;
- A velocidade da embarcação de sondagem foi adaptada em função da profundidade de cada área, garantindo a busca total do fundo no sentido proa-popa (*along-track*). A sua velocidade média foi de 2,79 m/s.

⁴ Sigla em inglês: *Sound Velocity Profiler*.

⁵ Sigla em inglês: *Continuous Wave*.

⁶ Designação em inglês: equidistante de alta densidade.

5.4. Processamento de dados SMF

Os dados adquiridos com SMF foram processados no software *Computer Aided Resource Information System Hydrographic Information Processing System* (CARIS HIPS) v.11.4.4, não tendo sido aplicados filtros na importação.

5.4.1. Preparação e análise dos datagramas

A análise das fiadas obedeceu ao seguinte método:

- Configuração do ficheiro da embarcação de sondagem (*Vessel File*) com os parâmetros de instalação e aferição dos equipamentos;
- Interpolação da trajetória da embarcação, baseada nas posições gravadas;
- Análise dos dados de navegação e de atitude, para deteção de eventuais erros e consequente rejeição das sondas por eles afetadas;
- Elaboração dos datagramas de maré, através do registo dos marégrafos.

5.4.2. Exatidão do sistema de posicionamento

A avaliação da exatidão do sistema de posicionamento da embarcação foi realizada no início e fim do LH através da colocação da antena GNSS no PA © IH BH 05/2019.

As diferenças entre as coordenadas obtidas pelo sistema de posicionamento da embarcação e as coordenadas conhecidas do referido PA, descritas nas tabelas IV e V, permitiram concluir que as especificações do levantamento de ordem especial foram cumpridas.

Tabela IV – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 26 janeiro 2022 (© IH BH 05/2019).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	1 335		
Média (m)	0,014 m	0,055 m	0,058 m
Desvio padrão (m)	0,014 m	0,005 m	0,007 m
2RMS ⁷ (m)	0,04 m	0,11 m	0,116 m

Tabela V – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 4 fevereiro 2022 (© IH BH 05/2019).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	1 378		
Média (m)	-0,005 m	0,063 m	0,065 m
Desvio padrão (m)	0,016 m	0,012 m	0,013 m
2RMS ⁸ (m)	0,034 m	0,128 m	0,132 m

⁷ Sigla em inglês: *Root Mean Square*. Considerando uma distribuição simétrica dos erros em X, Y, e Z, o 2RMS corresponde a um nível de confiança de 95%.

⁸ *Id.*

5.4.3. Balanço da incerteza das medições

O balanço das incertezas horizontal (THU⁹) e vertical (TVU¹⁰), de cada sonda, teve em consideração os parâmetros detalhados no apêndice D-3 e baseou-se no modelo preditivo implementado no software CARIS HIPS v.11.4.4, em conformidade com as especificações da OHI.

5.4.4. Avaliação da incerteza das medições

A avaliação da incerteza da medição das sondas foi realizada através da comparação dos valores das sondas reduzidas das FVS com as profundidades estimadas por um modelo batimétrico (MB) do tipo *Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator* (CUBE), gerado apenas com as sondas reduzidas das FPS:

- Canal de Faro e Barra Nova com resolução de 0,25 m, foram comparadas 16 454 462 sondas, encontrando-se 99,73 % na tolerância definida para levantamentos de ordem especial;
- Canal de Faro e Barra Nova com resolução de 0,50 m, foram comparadas 2 273 600 sondas, encontrando-se 99,25 % na tolerância definida para levantamentos de ordem especial;
- Cais de Hangares com resolução de 0,25 m, foram comparadas 1 872 852 sondas, encontrando-se 99,98 % na tolerância definida para levantamentos de ordem especial;
- Doca de Olhão com resolução de 0,25 m, foram comparadas 2 815 308 sondas, encontrando-se 99,98 % na tolerância definida para levantamentos de ordem especial.

5.4.5. Comparação entre métodos de redução de maré

A comparação entre métodos de redução de maré baseou-se na elaboração de dois MB: um com redução de maré através dos dados de altitude elipsoidal do sistema DGNSS RTK e outro com redução de maré através dos dados do marógrafo.

Foi calculada uma superfície de diferenças entre os dois MB, obtendo-se os seguintes parâmetros estatísticos:

- Número de comparações: 521 605;
- Média das diferenças: 0,081 m (método DGNSS RTK mais profundo);
- Desvio padrão: 0,023 m.

Os resultados obtidos encontram-se detalhados no apêndice E-1.

⁹ Sigla em inglês: *Total Horizontal Uncertainty*.

¹⁰ Sigla em inglês: *Total Vertical Uncertainty*.

5.4.6. Georreferenciação e correção das sondas

A correção e georreferenciação das sondas obedeceram ao seguinte método:

- Traçado do raio acústico associado a cada sonda, através dos datagramas de VPS;
- Cálculo da altura de água relativamente ao plano de referência vertical (ZH), através dos registos de altitude elipsoidal do sistema DGNSS RTK;
- Junção dos diferentes datagramas (sondas, navegação, atitude e altura de água), tendo em consideração o tempo GNSS dos diversos registos e os parâmetros de instalação e aferição dos equipamentos.

O processamento dos dados hidrográficos teve em consideração os parâmetros e correções detalhados no apêndice D-2.

5.4.7. Validação dos modelos batimétricos

A modelação batimétrica baseou-se no algoritmo CUBE implementado no software CARIS HIPS v.11.4.4, tendo sido efetuada uma análise das camadas de informação associadas ao MB, nomeadamente:

- Densidade de sondas por nodo (*density*);
- Profundidade do nodo (*depth*);
- Confiança na estimação da profundidade (*hypothesis count* e *hypothesis strength*);
- Desvio padrão das sondas que contribuíram para a estimação da profundidade do nodo (*standard deviation*);
- Desvio padrão das sondas por nodo (*node standard deviation*);
- Incerteza da estimação (*uncertainty*);
- Diferença entre a profundidade estimada e a profundidade mínima do nodo (*shoal_diff*);
- Máxima incerteza vertical admissível (MIVA);
- Diferença entre MIVA e *shoal_diff* (*Desig*).

O processamento manual e automático dos dados recorreu à visualização por áreas e perfis (*Subset Editor*):

- Rejeitando as sondas que produziam valores anómalos ou ruído no MB;
- Designando as sondas mínimas representativas de objetos, estruturas relevantes ou de valor díspar do estimado pelo algoritmo.

Os parâmetros utilizados na elaboração dos modelos batimétricos encontram-se detalhados no apêndice D-3.

5.4.8. Produtos finais

Os produtos finais do LH com SMF foram MB do tipo CUBE, em formato próprio (*Caris Spatial Archive* (CSAR)) do software CARIS HIPS v.11.4.4, com resolução de 0,25 m e 0,50 m, que incluem as sondas designadas e em que cada nodo possui um valor de incerteza vertical associado à estimação da profundidade, sendo selecionado o maior valor entre:

- Incerteza estimada pelo CUBE, a partir dos valores de incerteza das sondas determinados pelo modelo preditivo;
- Desvio padrão das sondas contribuintes para a estimação da profundidade do nodo, propagado a um nível de confiança de 95 %.

5.5. Aquisição de dados SFS

5.5.1. Configuração do sistema sondador

O LH de ordem 1b foi realizado a bordo da embarcação de sondagem *Bote Zebro III*, com o SFS TELEDYNE ODOM ECHOTRAC CV100 a operar nas frequências de 33 kHz e 210 kHz e com uma imersão do transdutor de 0,356 m.

Os parâmetros de instalação e aferição do SFS, utilizados durante a aquisição de dados, encontram-se detalhados no apêndice D-1.

5.5.2. Posicionamento e atitude da plataforma

O posicionamento da embarcação de sondagem foi determinado por um recetor TRIMBLE R7, com base na informação de uma antena GNSS TRIMBLE ZEPHYR MODEL 2 e das correções DGNSS RTK, recebidas via UHF, a partir da REF instalada no PA ☉ REF Faro.

A atitude (*heave*) da embarcação de sondagem foi determinada por um sensor inercial KONGSBERG SEATEX MRU H.

O posicionamento foi adquirido com uma taxa de 5 Hz e a atitude de 100 Hz.

5.5.3. Velocidade de propagação do som

A medição da VPS na água foi realizada com um SVP AML MINOS-X.

A execução de perfis de VPS obedeceu ao seguinte método:

- No início de cada sessão de sondagem, na zona de maior profundidade dentro da área do levantamento, a barlacorrente, foi adquirido um perfil através do SVP e calculado o valor médio da VPS ao longo da coluna de água;
- Este perfil foi atualizado sempre que julgado conveniente, tendo em consideração a alteração das condições ambientais (temperatura, maré).

5.5.4. Controlo e gravação da informação hidrográfica

A aquisição, controlo e gravação de dados foram efetuados através do software HYPACK v.2018:

- O espaçamento entre FPS foi de 5 m nas zonas passíveis de serem navegáveis, o que permitiu cumprir as especificações requeridas para levantamentos de ordem 1b, conforme definido na publicação S-44, 6ª edição de setembro de 2020 da OHI;
- A velocidade da embarcação de sondagem foi adaptada em função da profundidade de cada área, garantindo a busca total do fundo no sentido proa-popa (*along-track*). A sua velocidade média foi de 1,95 m/s e o intervalo de tempo entre a gravação de posições foi de 0,2 s.

5.6. Processamento de dados SFS

Os dados adquiridos com SFS foram processados no software HYPACK v.2018. Posteriormente, os dados validados foram importados para o software CARIS HIPS v.11.4.6, onde se procedeu ao controlo de qualidade e à elaboração dos produtos finais.

5.6.1. Preparação e análise dos datagramas

A análise das fiadas obedeceu ao seguinte método:

- Análise dos dados de navegação e de atitude para deteção de eventuais erros e consequente rejeição das sondas por eles afetadas;
- Elaboração dos datagramas de maré, através das marés RTK.

5.6.2. Exatidão do sistema de posicionamento

A avaliação da exatidão do sistema de posicionamento da embarcação foi realizada através da colocação da antena GNSS no PA © IH BH 05/2019.

As diferenças entre as coordenadas obtidas pelo sistema de posicionamento da embarcação e as coordenadas conhecidas do referido PA, descritas nas tabelas VI e VII, permitiram concluir que as especificações do levantamento de ordem 1b foram cumpridas.

Tabela VI – Exatidão do sistema de posicionamento (© IH BH 05/2019) – 07FEV2022.

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	6 157		
Média (m)	0,080	0,067	0,104
Desvio padrão (m)	0,008	0,004	0,008
2RMS (m)	0,160	0,134	0,208

Tabela VII – Exatidão do sistema de posicionamento (© IH BH 05/2019) – 16FEV2022.

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	6 156		
Média (m)	0,058	0,033	0,067
Desvio padrão (m)	0,010	0,003	0,008
2RMS (m)	0,118	0,066	0,136

5.6.3. Avaliação da incerteza das medições

A avaliação da incerteza da medição das sondas foi realizada através da comparação dos valores das sondas reduzidas das FVS com as profundidades estimadas por um MB do tipo *Shoalest Depth True Position* (SDTP) com resolução de 1,0 m, gerado apenas com as sondas reduzidas das FPS. Neste âmbito, foram comparadas 14 111 sondas, encontrando-se 99,58 % na tolerância definida para levantamentos de ordem 1b.

5.6.4. Georreferenciação e correção das sondas

A georreferenciação e correção das sondas obedeceram ao seguinte método:

- Introdução dos parâmetros de instalação e aferição dos equipamentos;
- Introdução do valor médio da VPS ao longo da coluna de água;
- Cálculo da altura de água relativamente ao plano de referência vertical (ZH), através dos registos de altitude elipsoidal do sistema DGNSS RTK;
- Junção dos diferentes datagramas (sondas, navegação, atitude e altura de água), tendo em consideração o tempo GNSS dos diversos registos e os parâmetros de instalação e aferição dos equipamentos.

O processamento dos dados hidrográficos teve em consideração os parâmetros e correções detalhados no apêndice D-2.

5.6.5. Validação dos perfis de feixe simples

A validação dos perfis adquiridos foi efetuada através do software HYPACK v.2018.

O processamento dos dados obedeceu ao seguinte método:

- Visualização e comparação entre os perfis resultantes das frequências de 33 kHz e 210 kHz;
- Rejeição de sondas com valores anómalos e redefinição dos perfis, tendo em consideração a informação do ecograma.

5.6.6. Produtos finais

O produto final do LH com SFS foi um MB do tipo SDTP, em formato próprio (CSAR) do software CARIS HIPS v.11.4.6, com resolução de 1,0 m, em que cada nodo é representado pela sonda mínima, na sua posição validada, seleccionada a partir das amostras existentes no seu interior.

5.7. Comparação entre sistemas sondadores

5.7.1. Comparação entre os sondadores multifeixe e de feixe simples

As medições dos sondadores foram comparadas através do cálculo de uma superfície de diferenças entre o MB resultante do LH com SMF e o MB resultante do LH com SFS, obtendo-se os resultados descritos na tabela VIII:

Tabela VIII – Parâmetros estatísticos da comparação entre sistemas sondadores.

Parâmetro	Valor
Número de comparações	17 353
Média das diferenças ¹¹	-0,002 m
Desvio padrão	0,064 m

6. Topografia

6.1. Estruturas

A topografia das infraestruturas portuárias foi realizada com um recetor TRIMBLE R2 em modo DGNSS RTK, utilizando a REF ☉ REF Faro.

6.1.1. Controlo de qualidade

A avaliação da exatidão deste método de posicionamento baseou-se na sua utilização para coordenação de PA com FPC. As diferenças entre as coordenadas das FPC e as obtidas por este método, descritas na tabela IX, permitiram concluir que as especificações do levantamento foram cumpridas.

Tabela IX – Exatidão do sistema de posicionamento.

Designação	Coordenadas (m) (FPC)			Coordenadas (m) (Rápido-Estático)			Diferenças (m)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
☉ IH BH 05/2019	18 996,048	-295 810,41	2,732	18 996,056	-295 810,407	2,738	-0,008	0,003	0,006

6.1.2. Produtos finais

O produto final deste levantamento foi um ficheiro *Computer Aided Design* (CAD) elaborado no software AUTOCAD v.2018, baseado na posição processada dos pontos observados.

7. Elementos de navegação

7.1. Objetos, obstruções e estruturas relevantes

No LH destacam-se as sondas designadas descritas na tabela X.

¹¹ Valor negativo/positivo significa medições do SMF menos/mais profundas.

Tabela X – Objetos, obstruções e estruturas relevantes.

Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
5,885	19 916,108	-296 911,472	36,9932367	-7,9093812	Elevação conspicua no canal de Faro
6,373	19 126,521	-295 855,659	37,0027668	-7,9182241	Estrutura rochosa junto ao cais comercial de Faro
2,371	24 707,466	-297 482,504	36,9879777	-7,8555768	Estrutura localizada junto ao cais dos Hangares
2,645	24 733,651	-297 451,862	36,9882531	-7,8552816	Estrutura localizada junto ao cais dos Hangares
1,685	26 509,937	-293 448,783	37,0242752	-7,8351886	Estrutura no interior junto ao cais da Doca de Olhão
1,560	26 370,266	-293 629,245	37,0226531	-7,8367645	Estrutura localizada junto ao cais de embarque de Olhão

7.2. Profundidades mínimas

No LH destacam-se as profundidades mínimas descritas na tabela XI.

Tabela XI – Profundidades mínimas.

Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Observações
2,487	23 501,750	-298 925,500	36,9750061	-7,8691650	Bifurcação dos canais de Faro e Olhão

7.3. Avisos à navegação

Na sequência do LH, foi emitido:

- O Aviso à Navegação 0177/22.

7.4. Ajudas à navegação

7.4.1. Ajudas à navegação flutuantes

A coordenação das ajudas à navegação (AN) flutuantes (boias) foi realizada com o sistema de posicionamento da embarcação de sondagem.

A relação de coordenadas das AN flutuantes encontra-se detalhada no apêndice F-1.

7.4.2. Ajudas à navegação fixas

A coordenação vertical das AN fixas foi realizada com método clássico, foram coordenados dois PA com um recetor TRIMBLE R2 em modo DGNSS estático para estacionar e orientar a estação total. O processamento das observações GNSS foi efetuado no software TBC v.5.60, através de ajuste de rede e forçamento das coordenadas (latitude, longitude e altitude elipsoidal), utilizando as REF da ReNEP: BNAF, MERT, LAGO e ODEM.

Foram realizadas duas linhas mestras com o recetor TRIMBLE R2 em modo GNSS RTK utilizando a REF da ReNEP BNAF para calcular a localização horizontal do galo da igreja de Estoi.

A relação de coordenadas das AN fixas e as FPC encontram-se detalhadas nos apêndices F-2 e F-3, respetivamente.

8. Outros elementos

8.1. Evolução batimétrica

A comparação entre o MB resultante deste LH e dos LH realizados em anos anteriores, evidenciou o seguinte:

- Diminuição da profundidade na ordem dos 0,30 m na entrada e interior da Doca de Olhão;
- No canal de Faro e Barra Nova, verificam-se alterações mais profundas a norte da área devido às confluências dos dois canais: Faro e Olhão que faz aumentar a corrente e conseqüentemente promove maior dinâmica nas dunas de areia. Algumas alterações verificam-se no mesmo dia, em fases de maré distintas.

Os resultados obtidos encontram-se detalhados no apêndice G-1.

8.2. Comparação com a cartografia em vigor

A comparação efetuada entre as isóbatas e as sondas mínimas do MB e as representadas na CEN PT526311, evidenciou que, se verificaram pequenas diferenças com impacto na representação cartográfica, mas sem impacto na segurança da navegação.

Os resultados obtidos encontram-se detalhados no apêndice G-2.

8.3. Toponímia

A toponímia utilizada na CN encontra-se atualizada.

9. Produtos finais

Com base nas superfícies finais (SMF e SFS), foram gerados MB com 0,25 m, 0,5 m e 1 m de resolução, nos seguintes formatos:

- Ficheiro de texto, em formato *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), com as profundidades (latitude, longitude, profundidade e incerteza);
- Ficheiro de superfície, em formato CSAR;
- Ficheiro de imagem, em formato *Tagged Image File Format* (TIFF).

Foram também elaborados:

- FPC dos PA e das AN fixas, em formato *Portable Document Format* (PDF);
- Ficheiro CAD dos objetos e estruturas topografadas, em formato DWG (extensão de ficheiro do software AUTOCAD) e *Drawing Exchange Format* (DXF), versões

2007 e 2018.

10. Dados estatísticos

10.1. Trabalhos em terra

– Início dos trabalhos de campo	2022-01-25
– Fim dos trabalhos de campo.....	2022-02-16
– Dias de trabalho no campo	17
– Dias de trabalho no gabinete	14
– Estações de referência instaladas	1
– Pontos reconhecidos	4
– Pontos coordenados.....	2
– Dias ocupados nos trabalhos de apoio	1
– Dias ocupados no LT.....	1
– Dias ocupados na coordenação de AN.....	1

10.2. Trabalhos no mar

– Dias de sondagem efetiva	14
– SMF	9
– SFS.....	6
– Tempo efetivo de sondagem (horas:minutos)	22:00
– SMF	13:00
– SFS.....	09:00
– Tempo total de sondagem (horas:minutos)	40:57
– SMF	26:14
– SFS.....	14:43
– Tempo total de navegação (horas:minutos)	60:51
– SMF	41:41
– SFS.....	19:10
– Tempo médio diário de sondagem (horas:minutos)	2:55
– SMF	03:16
– SFS.....	02:33
– Distância percorrida em fiada (km)	193,51
– SMF	130,51
– SFS.....	63
– Velocidade média de sondagem (m/s)	1,93

– SMF.....	2,79
– SFS	1,95
– Área sondada (km ²)	1,98
– SMF.....	1,91
– SFS	0,07

10.3. Espaço em disco

– Projeto (GB).....	97,1
– Produtos finais (GB).....	2,76

11. Diversos

11.1. Apoios

Na execução deste LTH salienta-se a colaboração logística prestada Comando de Zona Marítima do Sul.

11.2. Limitações

Na execução deste LTH destacam-se os seguintes fatores condicionantes do planeamento:

- A sondagem com SFS encontrou-se condicionada ao período compreendido entre as três horas anteriores e posteriores à preia-mar. Fora deste período, a altura de maré não permitia a sondagem com bote sem a ocorrência de sucessivos encalhes. Dado o declive acentuado das margens dos canais, fora do período supramencionado estas já não são navegáveis, sendo impossível sondar-se com o bote até aos seus limites e, assim, definir completamente os limites de navegabilidade. Acresceu o facto das horas da preia-mar ocorrerem demasiado cedo ou demasiado tarde, não sendo possível aproveitar todo o período de 6 h em que seria possível sondar;
- A execução das fiadas com o bote foi comprometida pela elevada quantidade de poitas de amarração existentes no canal utilizadas por diversas embarcações.

12. Conclusões

Consideram-se alcançados os objetivos do LTH e cumpridas as especificações determinadas na OE 06/DT/22 e definidas nas IT HI 02/22, aditamento n.1 e alteração n.1 ao aditamento n.1.

Na sequência da análise da posição observada das AN flutuantes, destaca-se que existe uma boia deslocada 112 m (boia nr. 5 canal de Faro) e outras duas boias na ordem

dos 70 m (boia nr. 15 do canal de Faro e boia nr.5 do canal de Olhão) da posição de projeto, no entanto a delimitação do canal não coloca em perigo a segurança da navegação.

Lisboa, Instituto Hidrográfico, 17 de março de 2022.

O Hidrógrafo do LH (SMF),

Chefe da Brigada Hidrográfica,

Paulo Renato Teixeira de Carvalho
Primeiro-tenente

Rui Miguel Pinto da Silva
Capitão-de-fragata
Engenheiro Hidrógrafo

O Hidrógrafo do LH (SFS),

José Pedro Murta Cunha
Segundo-tenente

Visto,
O Chefe da Divisão de Hidrografia,

Visto,
O Diretor Técnico,

João Paulo Delgado Vicente
Capitão-de-fragata

Miguel Bessa Pacheco
Capitão-de-mar-e-guerra
Engenheiro Hidrógrafo

REFERÊNCIAS

- Direção-Geral do Território (DGT), 2022. *Redes Geodésicas*. [Online] Disponível em: <https://www.dgterritorio.gov.pt/geodesia/redes-geodesicas> [Consultado em 16 de janeiro de 2022].
- DGT, 2022. *Sistemas de Referência*. [Online] Disponível em: <https://www.dgterritorio.gov.pt/geodesia/sistemas-referencia> [Consultado em 16 de janeiro de 2022].
- DGT, 2022. *Modelo de Geoide*. [Online] Disponível em: <https://www.dgterritorio.gov.pt/geodesia/modelo-geoide> [Consultado em 16 de janeiro de 2022].
- IH, 2009. CN 26311, *Barra e Portos de Faro e Olhão*, 2.^a edição de maio de 2004, (reimpressão de setembro de 2009). Lisboa: IH.
- IH, 2010. REL TF HI 20/10, *LTH no Porto e Canal de Olhão*. Lisboa: IH.
- IH, 2011. REL TF HI 01/11, *LTH no Canal e Barra da Armona*. Lisboa: IH.
- IH, 2014. REL TF HI 20/14, *LTH na Barra Comum Faro-Olhão*. Lisboa: IH.
- IH, 2017. REL TF HI 16/17, *LH na Ria Formosa – Cais do Carvão*. Lisboa: IH.
- IH, 2019. REL TF HI 16/19, *LTH na Barra Nova e no Canal de Faro*. Lisboa: IH.
- IH, 2022. PN 40, *Tabela de Marés – 2022*, Volume I – Portugal. Lisboa: IH.
- IH, 2022. Base de dados (BD) de PA e MN. Lisboa: IH.
- Kongsberg Maritime¹² (KM), 2017. *EM 2040C Datasheet*. Noruega: KM.
- KM, 2018. *MRU 5 Datasheet*. Noruega: KM.
- KM, 2018. *MRU H Datasheet*. Noruega: KM.
- KM, 2018. *Seapath 380 Datasheet*. Noruega: KM.
- Leica Geosystems¹³ (LG), 2000. *Leica TC305 Datasheet*. Suíça: LG.
- Google Earth, 2022. *Faro e Olhão*. [Online] Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth> [Consultado em 16 de janeiro de 2022].
- OHI, 2020. Publicação Especial n.º 44 (S-44), *Especificações da OHI para Levantamentos Hidrográficos*, 6.^a edição. [Online] Disponível em: https://iho.int/uploads/user/pubs/Drafts/S-44_Edition_6.0.0-Final.pdf [Consultado em 16 de janeiro de 2022].
- Teledyne Marine¹⁴ (TM), 2018. *Odom Echotrac CV100 Datasheet*. Estados Unidos da América (EUA): TM.

¹² Kongsberg Maritime: <https://www.kongsberg.com/maritime>.

¹³ Leica Geosystems: <https://leica-geosystems.com>.

¹⁴ Teledyne Marine: <http://www.teledynemarine.com>.

Trimble¹⁵, 2013. *Trimble R7 GNSS System Datasheet*. EUA: Trimble.

Trimble, 2018. *Trimble R9s GNSS Receiver Datasheet*. EUA: Trimble.

Trimble, 2019. *Trimble R2 GNSS Receiver Datasheet*. EUA: Trimble.

¹⁵ *Trimble*: <http://www.trimble.com>.

APÊNDICES

APÊNDICE A-1
EQUIPA DO LEVANTAMENTO

1. Equipa do levantamento

Na execução deste levantamento foram empenhados os elementos descritos na tabela A-1-I.

Tabela A-1-I – Equipa do levantamento.

Identificação	Função
1TEN STH Teixeira de Carvalho	Hidrógrafo do Levantamento
2TEN M Murta Cunha	Hidrógrafo do Levantamento (Aditamento)
1SAR ETA Santos Vitor	Hidrógrafo adjunto
CMOR E Ramalho Leal	Técnico de Manutenção
CAB M Pires Lopes	Patrão de Embarcação
CAB M Lopes Rodrigues	Patrão de Embarcação
CAB M Galamba Fortunato	Patrão de Embarcação (em formação)

APÊNDICE A-2
EQUIPAMENTO DO LEVANTAMENTO

1. Equipamento do levantamento

Na execução deste levantamento foram utilizados os equipamentos descritos na tabela A-2-I.

Tabela A-2-I – Equipamentos utilizados no levantamento.

Sistema	Designação	Marca e Modelo	Número de série
SMF Embarcação de sondagem Mergu- lhão	Transdutor	KONGSBERG EM 2040C	100015 (PU) 1114 (Transdutor) CZC143084R(WS MP8300)
	Sistema de posicionamento	SEAPATH 380-5	108052 (PU) 108202 (HMI)
	2 Antenas GNSS	NOVATEL GPS-704-X	NMGR17290019R NMGR17290015J
	MRU	KONGSBERG MRU 5	6082
	Probe	AML MICRO-X SV	10153
	Perfilador de VPS	AML-3 LGR	A30045
	Rádio UHF	PACIFIC CREST ADL	6011511300
SFS	Sonda	ODOM ETCV100DF	006196
	Recetor GNSS	TRIMBLE R7	60163-42
	Antena GNSS	ZEPHYR MODEL 2	1912118788
	Rádio UHF	PACIFIC CREST PDL (Nº1)	02225498
	MRU	H SEATEX KONGSBERG	1752
	SVP	AML MINOS-X	30928
REF	Recetor GNSS	TRIMBLE R9	6002R24554
	Antena GNSS	TRIMBLE ZEPHYR 3 ROVER	1440000125
	Rádio UHF	PACIFIC CREST ADL	12280549
Topografia	Recetor GNSS	TRIMBLE R2	5638S05102
	Estação Total	LEICA TCR 305	646510

APÊNDICE B
ESQUEMA DA ÁREA SONDADA

1. Área sondada

A área sondada neste levantamento encontra-se ilustrada nas figuras B-1 a B-5 (escala de profundidades em metros).

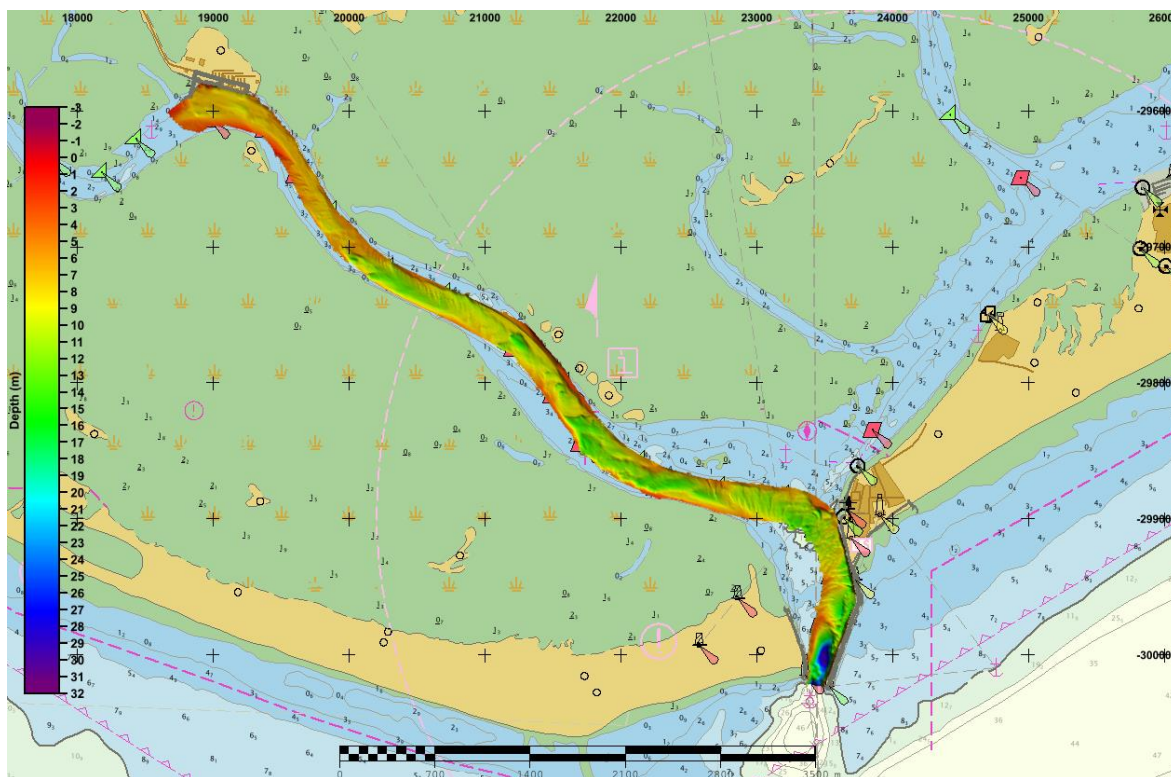


Figura B-1 – Esquema da área sondada no Canal e Barra Nova de Faro.

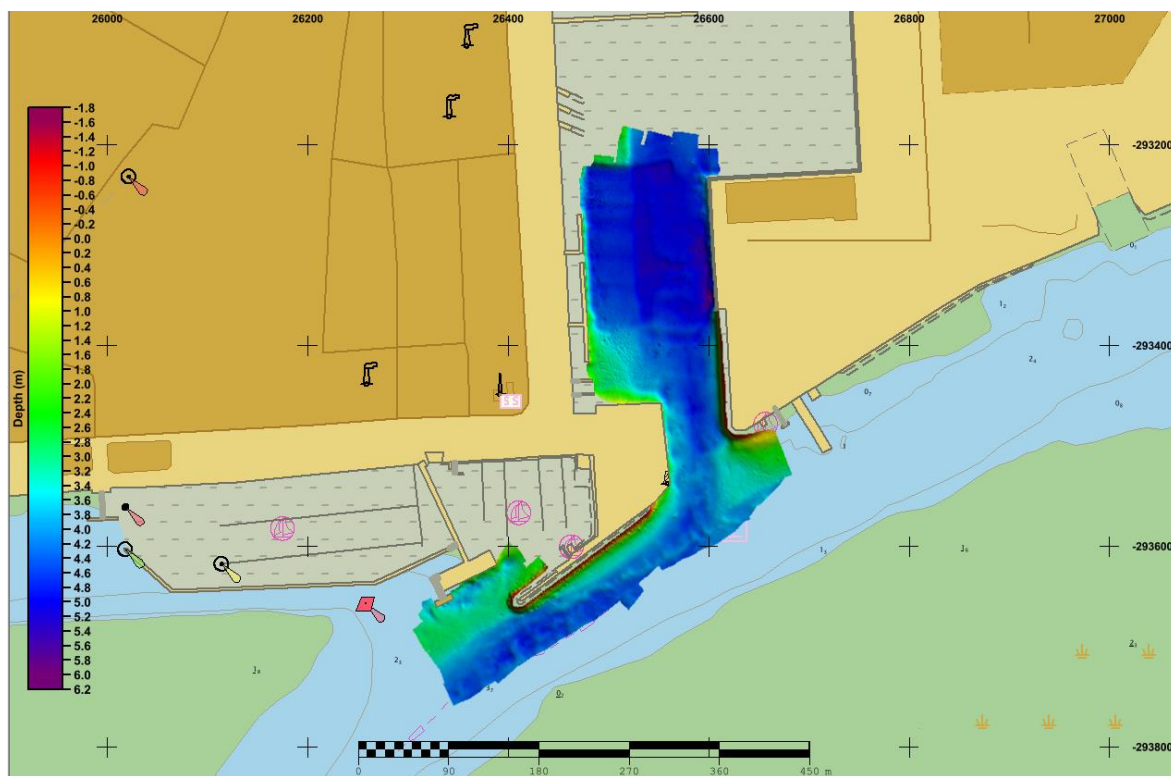


Figura B-2 – Esquema da área sondada na Doca de Olhão.

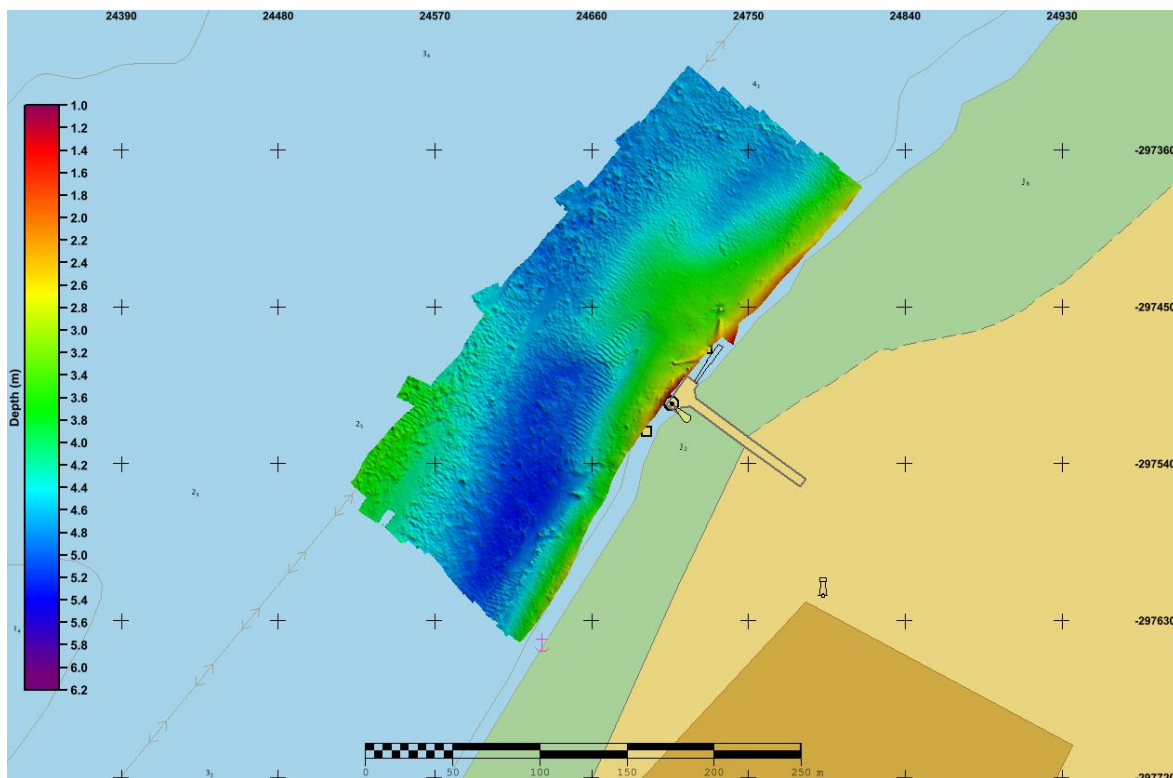


Figura B-3 – Esquema da área sondada no Cais dos Hangares.

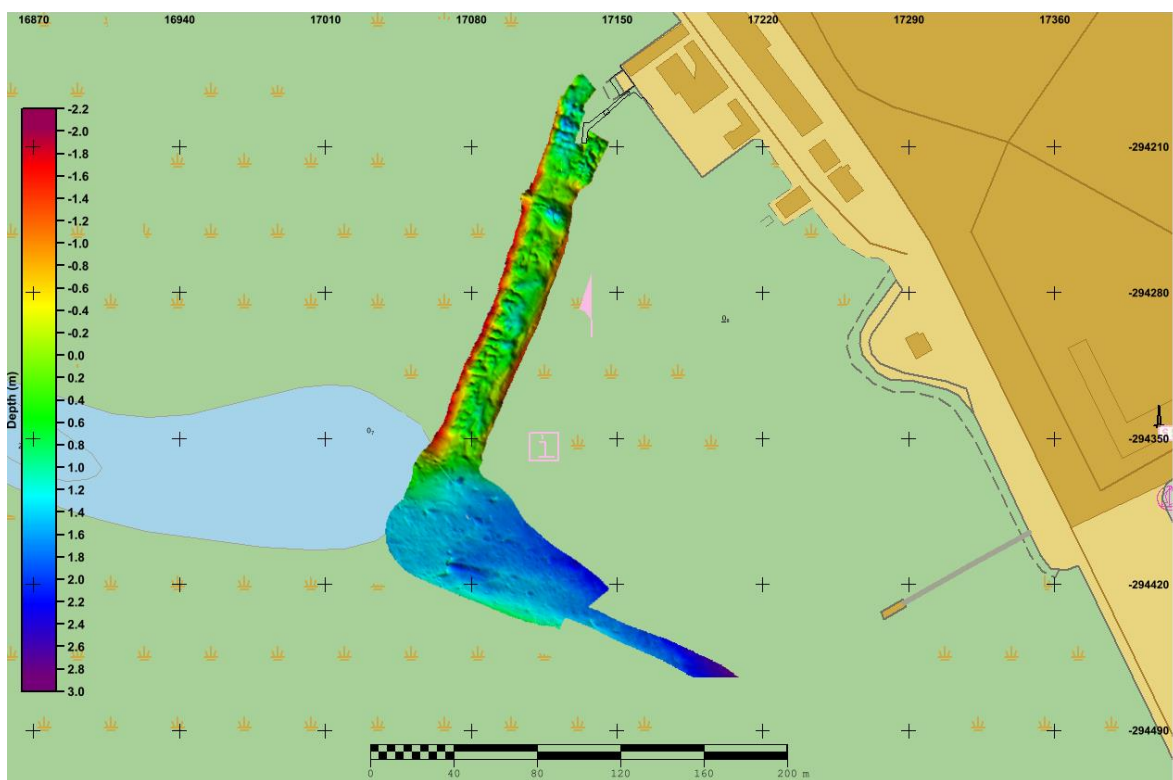


Figura B-4 – Esquema da área sondada no Cais da Capitania.

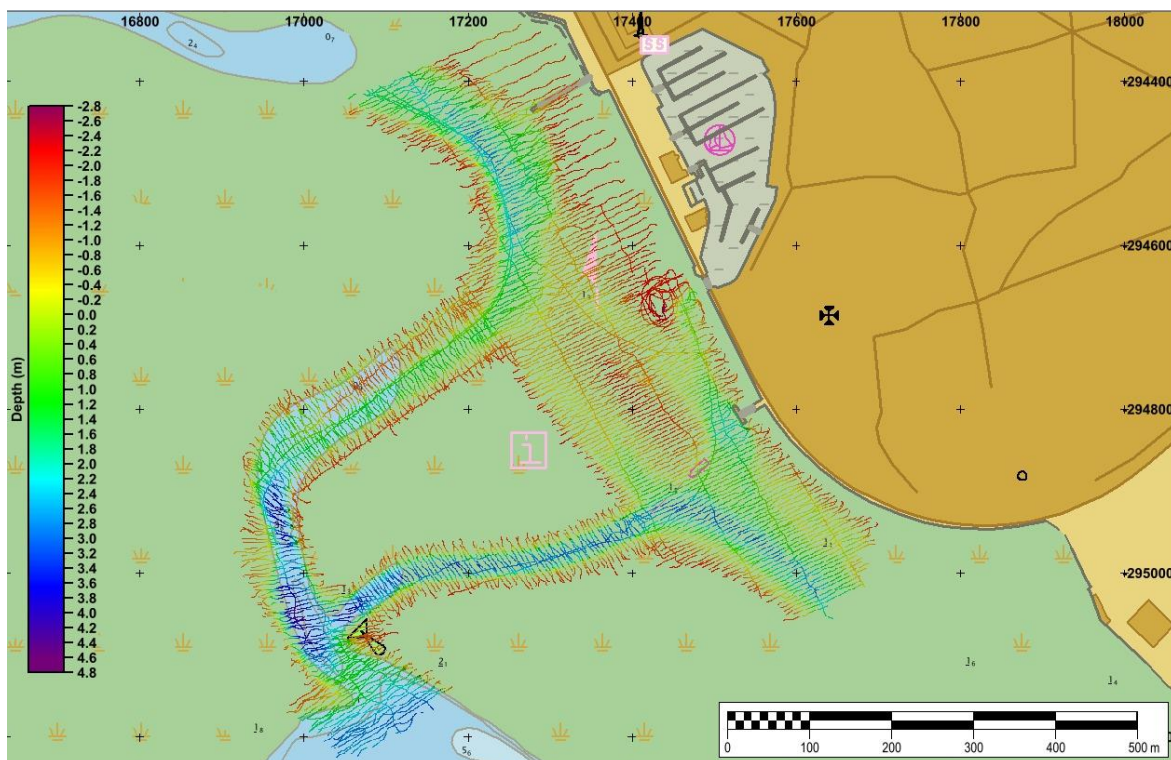


Figura B-5 – Esquema da área sondada nos acessos ao cais das Portas do Mar.

APÊNDICE C-1
RELAÇÃO DE COORDENADAS DOS PONTOS DE APOIO



RELAÇÃO DE COORDENADAS

O Hidrógrafo do Levantamento,

Pontos de apoio e hidrográficos Ajudas à navegação Outros

Local: Faro e Olhão



Relatório: REL TF HI 02/22


FPC	Designação	PT-TM06/ETRS89				Altitude Elipsoidal (m)	Altitude Ortométrica NMA (m)	Altitude Ortométrica GeodPT08 (m)	Observações
		Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)				
	⊙ REF Faro	36° 58' 28,51414" N	007° 51' 52,60020" W	23 907,358	-298 970,846	100,186	-	48,604	PA3D
X	⊙ IH BH2 06/93	36° 59' 14,55699" N	007° 51' 17,09723" W	24 781,331	-297 548,957	54,397	2,795	2,735	PA3D
X	⊙ IH BH2 9/89	37° 01' 27,10487" N	007° 50' 05,01007" W	26 551,213	-293 457,469	54,476	2,547	2,508	PA3D
¹	⊙ IH BH 09/2019	37° 00' 09,49473" N	007° 55' 01,03438" W	19 239,607	-295 869,760	54,621	2,865	2,709	PA3D

¹ FPC referente ao REL TF HI 16/19

APÊNDICE C-2

FICHAS DE PONTO COORDENADO DOS PONTOS DE APOIO

	Ficha de Ponto Coordenado - GNSS				Designação do Ponto
	ID (Lista de Luzes)	Tipo de Ponto	Área	Local	☉ IH BH2 9/89
	NA	PA3D	CONTINENTE	OLHÃO (CAIS OLHÃO)	
Elementos Geodésicos		Designações Adicionais do Ponto		Imagem do ponto	
Entidade Executante	BH	Nada a referir.			
Data de Coordenação	01-Feb-22				
Projeto	202201_LTH_Faro_Olhao				
Relatório	REL TF HI 02/22				
		Descrição do Ponto			
		Taco em latão com a inscrição IH BH2 9/89 incrustado no canto nordeste no interior do cais de Olhão.			
Datum	ETRS89				
Latitude	37° 01' 27,10487" N				
Longitude	007° 50' 05,01007" W				
Altitude Elipsoidal (base/topo)	54,476 m				
Altitudes Ortométricas (AO)					
AO _{GeodPT08} (base)	2,508 m				
AO _{GeodPT08} (topo)	NO				
AO _{GeodPT08} (plano focal)	NO				
Sistema de Referência	PT-TM06/ETRS89				
	X = 26 551,213 m				
	Y = -293 457,469 m				
Observações				O Hidrógrafo do Levantamento,	
¹ Ajuste de rede e forçamento das coordenadas (latitude, longitude e altitude elipsoidal), utilizando as estações de referência da ReNEP. ² Altitude ortométrica obtida por nivelamento geométrico, conforme EMN do REL TF HI 01/11, de 01 de junho de 2011.				PAULO RENATO TEIXEIRA DE CARVALHO <small>Digitally signed by PAULO RENATO TEIXEIRA DE CARVALHO DN: cn=PAULO RENATO TEIXEIRA DE CARVALHO, o=Instituto Hidrográfico de Portugal, ou=INSTITUTO HIDROGRAFICO DE PORTUGAL, postal=1143-240, st=PT</small> 1TEN STH Teixeira de Carvalho 01-Feb-22	

<u>Controlo de Qualidade</u>		<u>Imagem da Localização</u>
Equipamento GNSS	Trimble R2	
Antena GNSS	R2 Internal	
Intervalo de Aquisição	5 s	
Período de Aquisição	06:08:30	
Processamento	Trimble Business Center v.5.60	
Método	Ajuste de Rede ¹	
Modelo do Geoide	GeodPT08	
Precisão (Direção Leste) (95%)	0,007 m	
Precisão (Direção Norte) (95%)	0,008 m	
Precisão Horizontal (95%)	0,011 m	
Precisão (Altitude) (95%)	0,038 m	
Estações de Referência	ReNEP TAVI ReNEP BNAF ReNEP LAGO	
AO _{NMA} (base) ²	2,547 m	
Diferença (AO _{NMA} -AO _{GeodPT})	0,039 m	
		<u>Localização e Acesso</u>
		Na avenida 5 de outubro, passando pelo CZMS até ao ISN de Olhão, que se situa dentro do cais. Acesso de carro até o local.
<u>Relatório da Coordenação</u>		...\\202201_LTH_Faro_Olhao\Dados\COORD\MNIH_BH2_9-89\Relatorio\ NetworkAdjustmentReport.pdf

APÊNDICE D-1
PARÂMETROS DE AQUISIÇÃO DOS DADOS HIDROGRÁFICOS

1. Parâmetros de instalação dos equipamentos

1.1. Sistema sondador multifeixe

Os parâmetros de instalação do SMF a bordo da embarcação de sondagem *Mergulhão* foram introduzidos no SEAPATH 380 e no SIS v.4.3.2, conforme descrito nas tabelas D-1-I e D-1-II.

Tabela D-1-I – Parâmetros introduzidos no SEAPATH 380 (Embarcação de sondagem *Mergulhão*)

Parâmetros Lineares		
MRU	X	0,000 m
	Y	0,000 m
	Z	0,000 m
Antena GNSS1	X	1,360 m
	Y	-0,015 m
	Z	-1,679 m
Distância base entre antenas		1,398 m
Diferença de altura entre antenas		0,048 m
Parâmetros Angulares		
MRU <i>Roll</i>		0,000°
MRU <i>Pitch</i>		0,000°
MRU <i>Heading</i>		0,000°
Alinhamento das antenas com a linha proa-popa da embarcação		0,152°

Tabela D-1-II – Parâmetros introduzidos no SIS v.4.3.2¹ (Embarcação de sondagem *Mergulhão*)

<i>Location Offset</i>	<i>Forward (X)</i>	<i>Starboard (Y)</i>	<i>Downward (Z)</i>
<i>Transducer 1</i>	-0,8585 m	-0,0147 m	1,2355 m
<i>Waterline</i>	NA	NA	0,6351 m

1.2. Sistema sondador de feixe simples

- (1) Previamente à execução do levantamento foram efetuadas as medições dos *offsets* dos equipamentos, nomeadamente:
 - Distância vertical entre a antena GNSS e a linha de água: -1,845 m;
 - Distância vertical entre a linha de água e a face do transdutor: 0,356 m.
- (2) No decorrer do levantamento foram realizadas verificações e aferições do sistema sempre que considerado conveniente, designadamente:
 - Parâmetro de calibração da VPS de acordo Tabela D-1-III.

Tabela D-1-III – Parâmetros de calibração da VPS

Dia/mês	VPS (m/s)
08/02 e 09/02	1 508
10/02	1 507
11/02	1 508
14/02	1 512
15/02	1 511

¹ *Installation Parameters > Sensor Setup > Locations.*

- Aferição do atraso em tempo (latência) através do HYPACK v. 2018 (Figuras D-1-1 e D-1-2): -0,9 s (aferida em 07 de fevereiro de 2022) e -0,8 s (aferido em 14 de fevereiro de 2022).

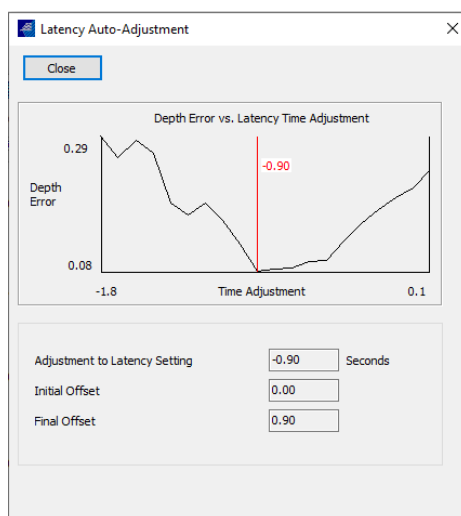


Figura D-1-1 – Aferição do atraso em tempo (latência) através do HYPACK v. 2018 em 07FEV2022.

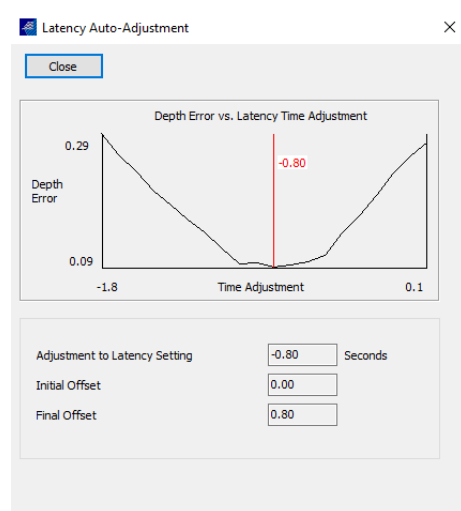


Figura D-1-2 – Aferição do atraso em tempo (latência) através do Hypack v. 2018 em 14FEV2022.

2. Parâmetros de aferição dos equipamentos

2.1. Sistema sondador multifeixe

Os parâmetros de aferição do SMF foram introduzidos no SIS v.4.3.2, conforme descrito na tabela D-1-IV.

Tabela D-1-IV – Parâmetros introduzidos no SIS v.4.3.2² (Embarcação de sondagem *Mergulhão*).

Offset Angles	Roll	Pitch	Heading
<i>Attitude 1</i>	-0,48°	-1,00°	1,10°

² *Installation Parameters > Sensor Setup > Angular Offsets.*

APÊNDICE D-2
PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO DOS DADOS HIDROGRÁFICOS

1. Correções verticais

1.1 SMF – Mergulhão

- i. *Compute GPS Vertical Adjustment*
 - *Model File: GeodPT08.xyz;*
 - *Antenna offset: False.*
- ii. *Vertical datum reference: GPS.*

1.2 Sondadores

Foi realizado um estudo da ondulação do geóide que se encontra descrito no Apêndice E-2. Com base neste estudo foi aplicada uma correção para o Canal de Faro, Barra Nova e para as imediações do cais das Portas do Mar de 0,130 m aos dados processados com maré RTK, através da aplicação *Georeference Bathymetry*¹ do software CARIS HIPS v.11.4.4, conforme descrito na tabela D-2-I.

Tabela D-2-I– Correções introduzidas no software CARIS HIPS v.11.4.4.

GPS Vertical Adjustment	
<i>Sounding Datum Offset</i>	-2,130 m (-2,000 - 0,130)

Para os LH na Doca de Olhão e Cais dos Hangares não foram introduzidas correções, devido aos valores apurados da ondulação do geóide local se encontrarem dentro do desvio padrão do modelo do geóide GeodPT08.

¹ *Tools > HIPS & SIPS > Georeference Bathymetry.*

APÊNDICE D-3
MODELAÇÃO BATIMÉTRICA

1. Parâmetros de incerteza

A determinação das incertezas, horizontal (THU) e vertical (TVU), de cada sonda, foi efetuada mediante a introdução de parâmetros decorrentes da configuração e constituição do sistema sondador, da medição da VPS e do nível de água.

Os parâmetros introduzidos no software CARIS HIPS v.11.4.4 para a embarcação de sondagem *Mergulhão* encontram-se descritos na tabela D-3-I.

Tabela D-3-I – Parâmetros de incerteza (Embarcação de sondagem *Mergulhão* – EM 2040C/SEAPATH 380 / MRU 5)

Vessel File¹

Offsets	MRU to Trans X	MRU to Trans Y	MRU to Trans Z	Nav to Trans X	Nav to Trans Y	Nav to Trans Z	Trans Roll
	-0,017 m	-0,859 m	1,236 m	0,000 m	-2,218 m	2,915 m	-0,480°

Vessel File (1 σ)²

Motion Gyro	Heave % Amp	Heave	Roll	Pitch	Position Nav	Timing Trans	Nav Timing	Gyro Timing	Heave Timing	Pitch Timing
0,05°	5,000	0,050 m	0,020°	0,020°	0,040 m	0,005 s	0,010 s	0,010 s	0,010 s	0,010 s
Roll Timing	Offset X	Offset Y	Offset Z	Vessel Speed	Loading	Draft	Delta Draft	MRU Align StdDev Gyro	MRU Align StdDev Roll/Pitch	Comments
0,010 s	0,030 m	0,030 m	0,030 m	0,030 m/s	0,030 m	0,020 m	0,010 m	0,500°	0,050°	-

Compute TPU (1 σ)³

Tide	Measure	Zoning	Sound Speed	Measured	Surface
		0,030 m		0,00 m	1,000 m/s

2. Parâmetros de modelação

A elaboração de MB através do algoritmo CUBE baseou-se no modo de desambiguação de hipóteses *Density and Locale* e nos parâmetros descritos na tabela D-3-II.

Tabela D-3-II – Parametrização do CUBE

Parâmetros	Resolução de 0,25 m (Ordem Especial)	Resolução de 0,5 m (Ordem Especial)
<i>Depth</i>	-1,7 m a 15 m	12 m a 31,6 m
<i>Estimate Offset</i>	4,00	4,00
<i>Capture Distance Scale</i>	0,50	0,50
<i>Capture Distance Minimum</i>	0,18	0,35
<i>Horizontal Error Scalar</i>	1,96	1,96
<i>Density Strength Limit</i>	2,00	2,00
<i>Locale Strength Maximum</i>	2,50	2,50
<i>Locale Search Radius</i>	1,00	1,00

3. Parâmetros de qualidade dos modelos batimétricos

A estimação efetuada pelo algoritmo CUBE baseia-se nos seguintes princípios:

¹ Vessel File > TPU Values > OffSets.

² Vessel File > TPU Values > StdDev.

³ Process > Compute > Total Propagated Uncertainty.

- A estimação da profundidade de um nodo é, em regra, consistente, quando tenham sido utilizadas, pelo menos, 5 sondas;
- A incerteza vertical final de cada nodo corresponde ao maior valor entre a incerteza estimada pelo CUBE e o desvio padrão das sondas contribuintes para a estimação da profundidade do nodo, propagado a um nível de confiança de 95 % ($1,96\sigma$).

Os parâmetros de qualidade dos MB elaborados encontram-se descritos na tabela D-3-III.

Tabela D-3-III – Controlo de qualidade dos MB

Parâmetros	202201_CaisCapitania_025m	202201_Faro_05m	202201_Faro_025m	202201_Hangares_025m	202201_Olhao_025m
Holidays	11	158	1 690	6	9
Nodos considerados OE	134 301	930 481	24 992 927	625 893	1 067 289
Nodos dentro da Ordem OE	134 300 100%	925 805 99,50%	24 922 904 99,72%	625 891 100%	1 067 191 99,99%
Média residual OE	-0,131 ⁴	-0,131 ⁵	-0,133 ⁶	-0,135 ⁷	-0,132 ⁸
Nodos com mais de 5 sondas	99,51%	99,96 %	98,62 %	99,88 %	99,83 %
Nodos com mais de 9 sondas	99,25%	99,69 %	86,77 %	99,76 %	99,68 %
Nodos com mais de 13 sondas	99,05%	98,47 %	62,92 %	99,66 %	98,70 %

4. Produtos finais

O levantamento produziu os seguintes MB:

- SMF: MB do tipo CUBE, com resolução de 0,25 m e 0,5 m;
- SFS: MB do tipo SDTP, com resolução de 1 m.

⁴ O fato de a média residual ser negativa significa que o valor estimado da incerteza vertical é, em média, inferior à máxima incerteza vertical admissível para a ordem do LH.

⁵ *Id.*

⁶ *Id.*

⁷ *Id.*

⁸ *Id.*

APÊNDICE E-1
MARÉ

1. Comparação entre métodos de redução da maré

1.1. Superfície de diferenças

A fim de comparar os métodos de redução da maré, foi calculada uma superfície de diferenças entre o MB gerado com a maré RTK e o MB gerado com a maré observada, obtendo-se os resultados descritos na tabela E-1-I e ilustrados na figura E-1-1.

Tabela E-1-I – Parâmetros estatísticos da superfície de diferenças.

Parâmetro	Valor
Número de comparações	521 605
Média das diferenças ¹	0,081 m
Desvio padrão	0,023 m

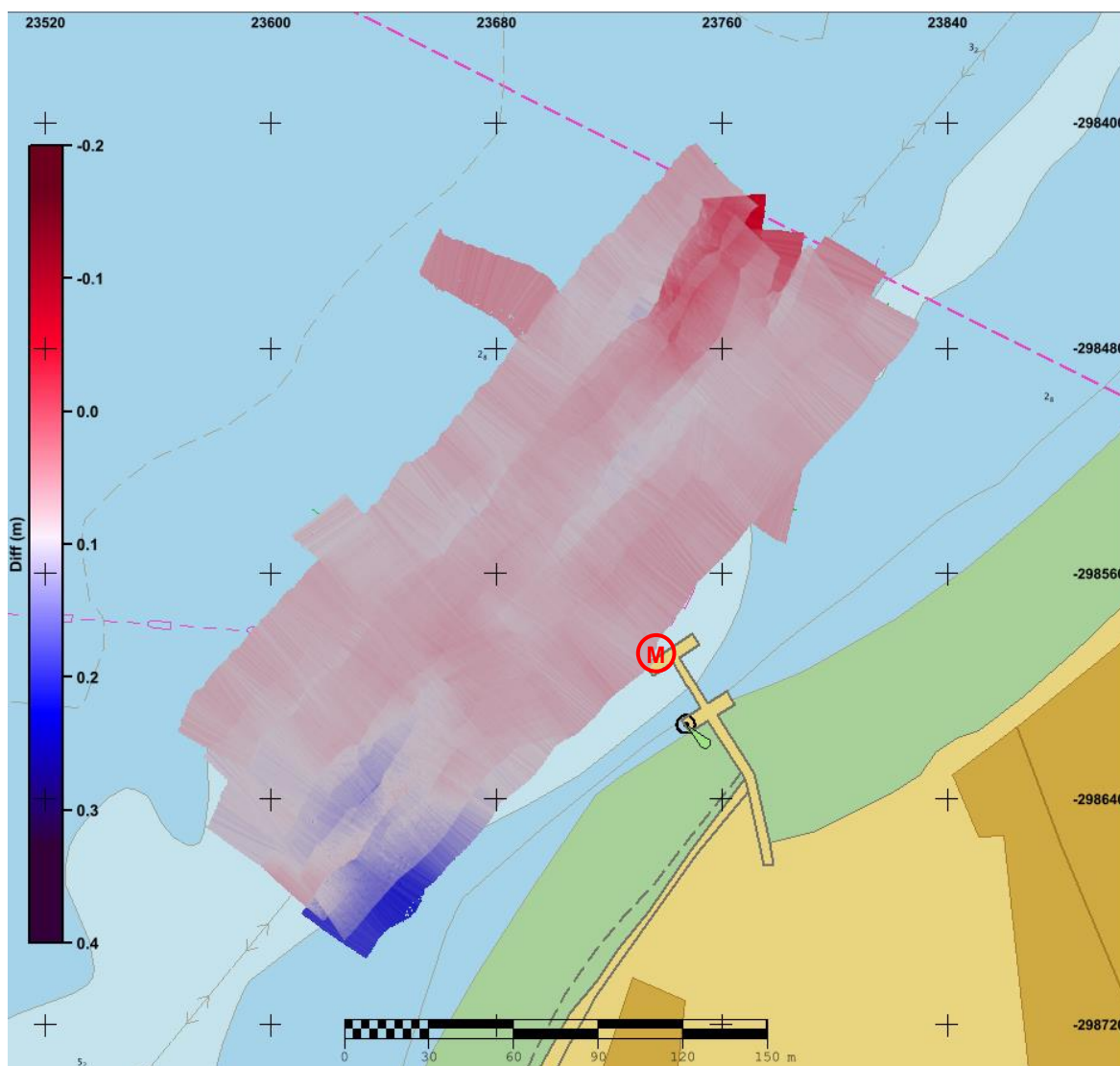


Figura E-1-1 – Superfície de diferenças (em metros) com indicação da localização do marégrafo (M).

¹ Valor positivo significa método RTK mais profundo.

1.2. Referência vertical do marégrafo

A diferença entre as altitudes ortométricas referidas ao NMA e ao GeodPT08 na MN de referência do marégrafo encontra-se descrita na tabela E-1-II.

Tabela E-1-II – Aplicabilidade do modelo do geoide na MN de referência do marégrafo.

Designação	Altitude Ortométrica (NMA)	Altitude Ortométrica (GeodPT08)	Diferença
© IH BH 27/2011	2,679 m	2,562 m	0,117 m

1.3. Análise

A média das diferenças (0,081 m) encontra-se dentro dos valores expectáveis, tendo em consideração a aplicabilidade do modelo do geoide na MN de referência do marégrafo ($0,117 \pm 0,04$ m). Baseado no estudo do geoide no canal de Faro, foi aplicada uma correção de 0,130 m aos dados processados com maré RTK, através da aplicação *Georeference Bathymetry*² do software CARIS HIPS v.11.4.4, conforme descrito na tabela E-1-III.

Tabela E-1-III – Correções introduzidas no software CARIS HIPS v.11.4.4

GPS Vertical Adjustment	
<i>Sounding Datum Offset</i>	-2,130 m (-2,000 - 0,130)

As diferenças visíveis na figura E-1-1, materializadas através da variabilidade da cor (azul-vermelho) e da ordem dos 0,03 m, resultam do comportamento dinâmico da embarcação de sondagem, nomeadamente, variações da linha de água que apenas são compensadas pelo método RTK.

² *Tools > HIPS & SIPS > Georeference Bathymetry.*

APÊNDICE E-2
MODELO DO GEOIDE

1. Aplicabilidade do modelo do geóide GeodPT08

O estudo da aplicabilidade do modelo do geóide GeodPT08 no canal de Faro e Barra Nova, evidenciou uma diferença média entre as altitudes ortométricas referidas ao NMA e ao GeodPT08 de 0,130 m como se pode verificar na Tabela E-2-I, de acordo com a localização dos PA representados na Figura E-2-1.

Tabela E-2-I – Estudo dos PA no Canal de Faro e Barra Nova.

Local	Designação	Altitude Ortométrica (GeodPT08) (m)	Altitude Ortométrica (NG) (m)	Diferença (GeodPT-NG) (m)
Cais comercial de Faro	⊙ IH BH 23/2006	2,74	2,875	-0,135
Cais Comercial de Faro	⊙ IH (Canto W)	2,763	2,883	-0,120
Olhão\Ilha da Culatra	⊙ IH BH 29/2011	2,562	2,672	-0,110
Olhão\Ilha da Culatra	⊙ IH BH 27/2011	2,562	2,679	-0,117
Olhão\Ilha da Culatra	⊙ IH BH 31/2014	3,188	3,326	-0,138
Cais comercial de Faro	⊙ IH BH 05/2019	2,732	2,868	-0,136
Cais comercial de Faro	⊙ IH BH 09/2019	2,709	2,866	-0,157
Olhão\Ilha da Culatra	⊙ IH BH 39/2010	2,835	2,967	-0,132
Média				-0,130
Desvio Padrão				0,015

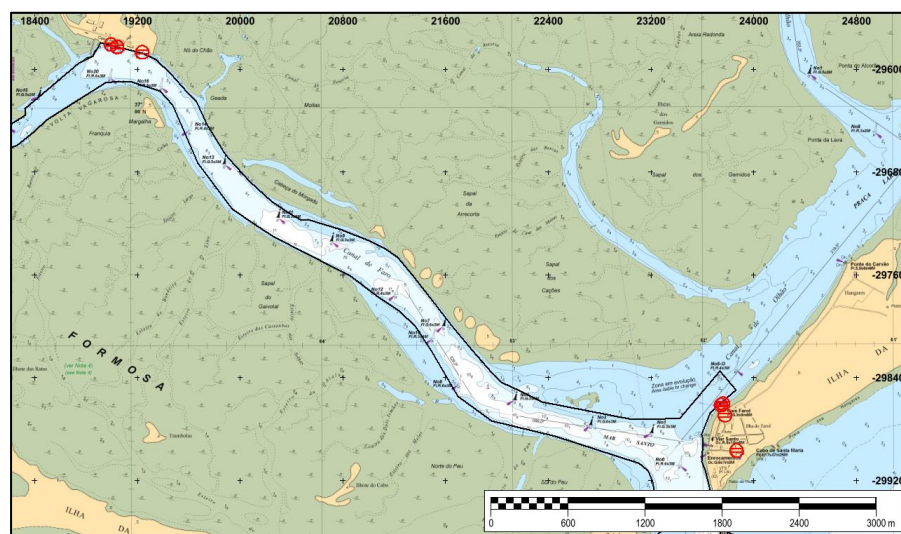


Figura E-2-1 – Localização dos PA no estudo do modelo do geóide no canal de Faro e Barra Nova.

Realizou-se um estudo local da aplicabilidade do modelo do geóide GeodPT08 na Doca de Olhão e no Cais dos Hangares, descritos na Tabela E-2-II, de acordo com a localização dos PA representados na Figura E-2-2.

Tabela E-2-II – Estudo dos PA na Doca de Olhão e cais dos Hangares.

PA com NG Localização	Ortométrica NG (m)	Ortométrica MG (m)	Diferença (m)	Incerteza da localização (m)
⊙ IH BH2 06/93 Cais do Carvão	2,795	2,735	0,06	0,05
⊙ IH BH 09/89 Doca de Olhão	2,547	2,508	0,039	0,038

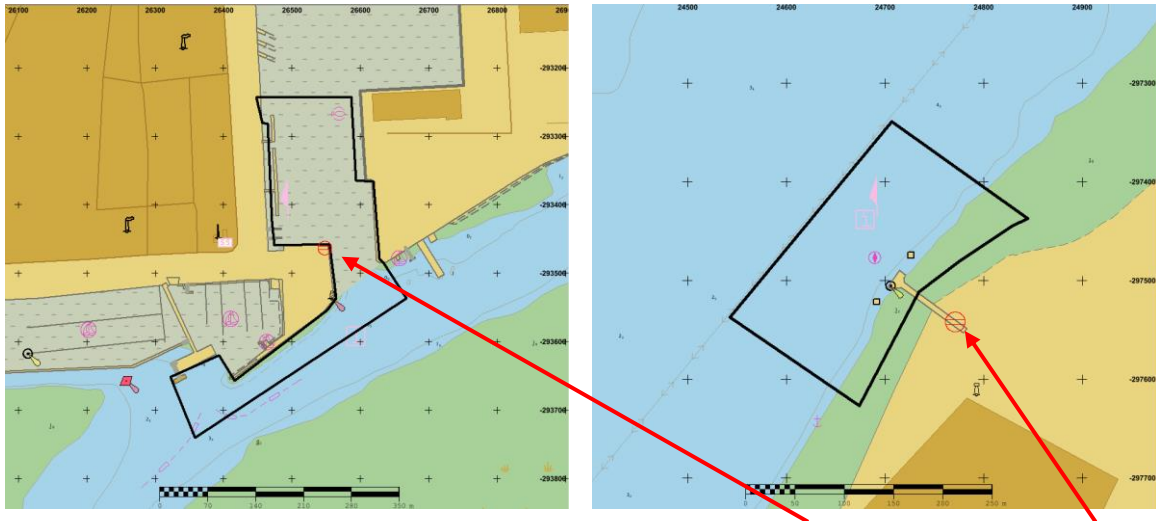


Figura E-2-2 – Localização dos PA no estudo do modelo do geóide na Doca de Olhão e Cais dos Hangares

APÊNDICE F-1

RELAÇÃO DE COORDENADAS DAS AJUDAS À NAVEGAÇÃO FLUTUANTES



RELAÇÃO DE COORDENADAS

O Hidrógrafo do Levantamento,

Pontos de apoio e hidrográficos Ajudas à navegação Outros

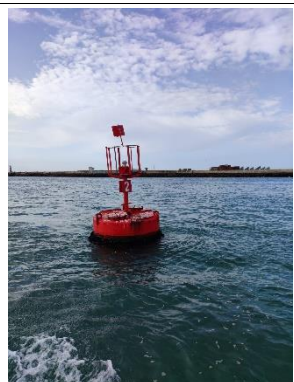
Local: Faro Olhão

Relatório: REL TF HI 02/22

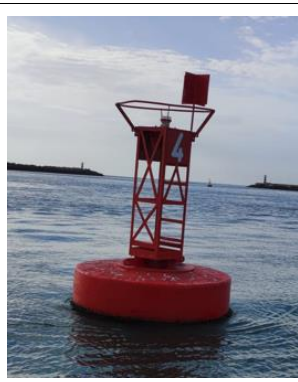
Lista de Luzes N.º	Designação	Posição de Projeto (PT-TM06/ETRS89)		Posição Observada (PT-TM06/ETRS89)		Diferenças	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	Distância (m)	Azimute (º)
507	Boia N.º 2	23 459,43	-299 777,12	23 476,96	-299 781,89	18,16	105,20
507.1	Boia N.º 4	23 547,51	-299 425,45	23 531,19	-299 427,71	16,48	262,10
507.2	Boia N.º 6	23 427,81	-299 074,35	23 395,70	-299 056,31	36,83	299,33
515	Boia N.º 1	23 204,55	-298 834,51	23 193,93	-298 861,54	29,04	201,43
516	Boia N.º 3	22 729,47	-298 761,81	22 734,25	-298 776,23	15,19	161,63
517	Boia N.º 5	22 135,39	-298 578,42	22 221,06	-298 651,07	112,33	130,30
518.5	Boia N.º 8	21 704,71	-298 450,06	21 703,24	-298 454,87	5,03	197,00
519.5	Boia N.º 10	21 496,07	-298 099,16	21 559,07	-298 134,51	72,25	119,30
518	Boia N.º 7	21 584,82	-297 987,95	21 583,70	-298 013,48	25,55	182,52
520.5	Boia N.º 12	21 213,25	-297 748,44	21 234,94	-297 756,89	23,27	111,30
519	Boia N.º 9	20 707,76	-297 342,77	20 680,98	-297 312,13	40,69	318,84
520	Boia N.º 11	20 291,87	-297 158,81	20 261,33	-297 166,65	31,54	255,60
521	Boia N.º 13	19 875,44	-296 734,38	19 870,43	-296 749,19	15,63	198,69
521.5	Boia N.º 14	19 607,79	-296 476,05	19 626,86	-296 510,04	38,97	150,71
522	Boia N.º 16	19 384,49	-296 143,63	19 415,05	-296 145,41	30,62	093,33
523.5	Boia N.º 20	18 983,77	-296 070,55	18 984,07	-296 072,03	1,51	168,53
521.8	Boia N.º 15	18 435,15	-296 201,24	18 499,31	-296 232,91	71,55	116,27
522.5	Boia N.º 17	18 183,47	-296 442,24	18 199,79	-296 445,53	16,66	101,41
523	Boia N.º 19	17 812,38	-296 350,54	17 819,53	-296 365,32	16,42	154,18
524	Boia N.º 21	17 396,11	-295 925,99	17 388,73	-295 945,61	20,96	200,61
524.5	Boia N.º 22	17 395,16	-295 463,58	17 414,48	-295 483,89	28,03	136,42
525	Boia N.º 23	17 068,02	-295 075,82	17 052,28	-295 064,02	19,68	306,86

533	Boia N.º 6-O	23 856,10	-298 333,30	23 884,29	-298 331,37	28,26	086,09
542	Boia N.º 8	24 948,75	-296 480,51	24 941,09	-296 498,29	19,36	203,31
543	Boia N.º 1	24 428,16	-296 019,61	24 400,13	-295 970,49	56,56	330,29
548	Boia N.º 3	24 277,43	-295 187,71	24 284,74	-295 150,69	37,73	011,17
548.1	Boia N.º 10	24 691,15	-294 631,61	24 687,35	-294 649,01	17,81	192,34
548.2	Boia N.º 12	25 683,54	-294 166,25	25 690,69	-294 175,48	11,67	142,24
548.3	Boia N.º 14	26 054,11	-294 091,13	26 047,34	-294 108,91	19,02	200,84
548.4	Boia N.º 5	26 246,35	-293 905,57	26 269,87	-293 839,65	69,99	019,64
552.2	Boia N.º 2P	26 260,38	-293 646,58	26 283,56	-293 663,15	28,50	125,56
552.4	Boia N.º 4P	25 934,15	-293 666,08	25 936,51	-293 662,00	4,71	030,07
552.6	Boia N.º 6P	25 444,84	-293 704,55	25 452,56	-293 706,75	8,03	105,88

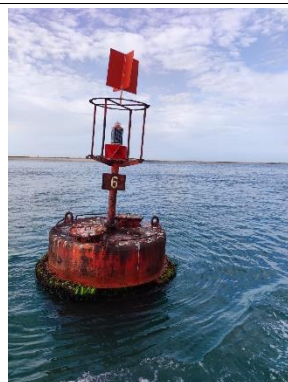
Imagens das Boias



Boia N.º 2



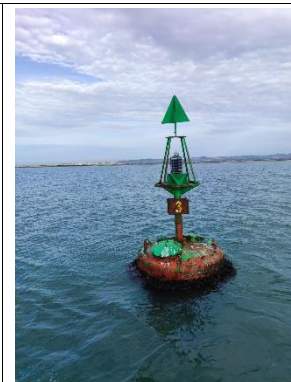
Boia N.º 4



Boia N.º 6



Boia N.º 1



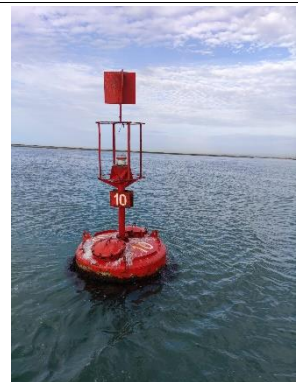
Boia N.º 3



Boia N.º 5



Boia N.º 8



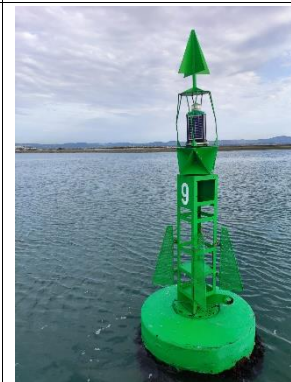
Boia N.º 10



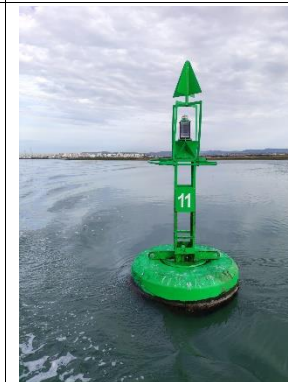
Boia N.º 7



Boia N.º 12

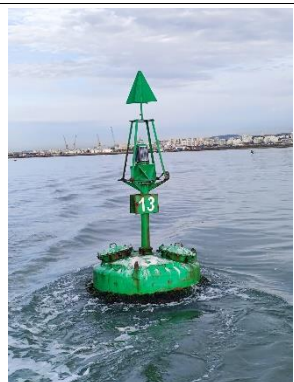


Boia N.º 9



Boia N.º 11

Imagens das Boias



Boia N.º 13



Boia N.º 14



Boia N.º 16



Boia N.º 20



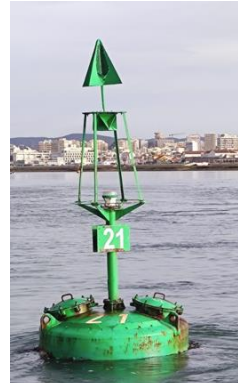
Boia N.º 15



Boia N.º 17



Boia N.º 19



Boia N.º 21



Boia N.º 22



Boia N.º 23



Boia N.º 6 O



Boia N.º 8

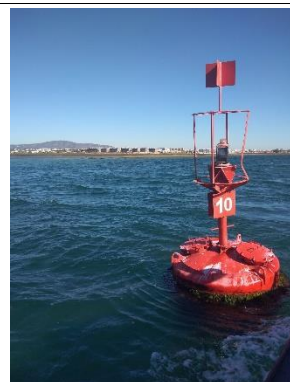
Imagens das Boias



Boia N.º 1



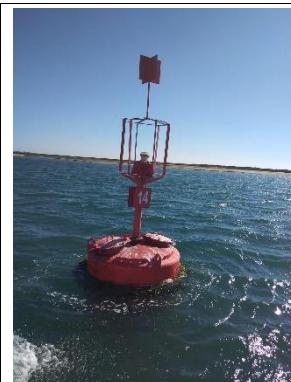
Boia N.º 3



Boia N.º 10



Boia N.º 12



Boia N.º 14



Boia N.º 5



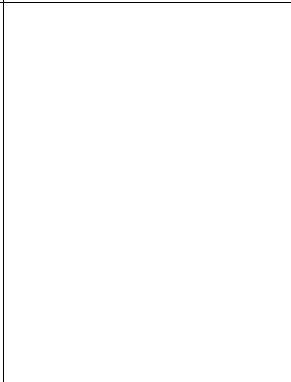
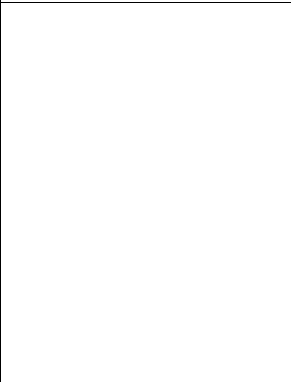
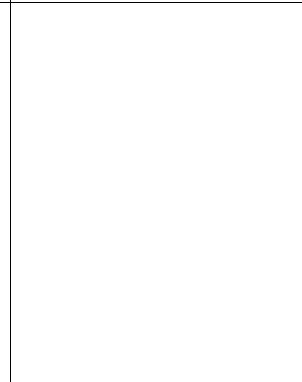
Boia N.º 2 P



Boia N.º 4 P



Boia N.º 6 P



APÊNDICE F-2

RELAÇÃO DE COORDENADAS DAS AJUDAS À NAVEGAÇÃO FIXAS



RELAÇÃO DE COORDENADAS

O Hidrógrafo do Levantamento,

Pontos de apoio e hidrográficos Ajudas à navegação Outros

Local: Estoi




Relatório: REL TF HI 02/22

FPC	Designação	PT-TM06/ETRS89				Altitude Elipsoidal (m)	Altitude Ortométrica NMA (m)	Altitude Ortométrica GeodPT08 (m)	Observações
		Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)				
X	Galo da Igreja de Estoi	37° 05' 39,09" N	007° 53' 41,65" W	21 176,904	-285 704,347	-	NO	114,338	NIL

APÊNDICE F-3

FICHAS DE PONTO COORDENADO DAS AJUDAS À NAVEGAÇÃO FIXAS

IH.HI.04 v.05

	FICHA DE PONTO COORDENADO – Métodos Clássicos			Nome do ponto:
	ID Lista de Luzes:	Tipo de ponto: AN	Área: Estoi	Local: Igreja de Estoi
ELEMENTOS GEODÉSICOS		<u>Outras designações do ponto:</u> Nada a referir		<u>Coordenação anterior:</u> (Data e REL TF e/ou projeto)
Entidade executante / Ano	BH/2022			
REL TF	HI 02/22			
Projeto	HI21HL02		<u>Descrição do ponto:</u>	
Data de coordenação	2022-01-27		Ponto conspícuo no topo da Igreja Matriz de Estoi, à base onde está situado o galo.	
Datum*	ETRS89			
Latitude	37° 05' 39,09" N		<u>Localização e descrição do acesso:</u>	
Longitude	007° 53' 41,65" W		Localizado na Igreja Matriz de Estoi, na Freguesia de Estoi do Concelho de Faro. O acesso é feito de viatura até ao local.	
Altitude elipsoidal (base)	---			
Cota (base/ terreno) NMA / Método	114,338 m		<u>Observações:</u>	
Cota do topo NMA / Método	---		Cota: Obtida com a estação total TC305.	
Cota ao plano focal NMA / Método	---			
Sistema de Projeção	PT-TM06-ETRS89 (Portugal Continental)			
	X= 21 176,904 m	O responsável pelo trabalho		O Hidrógrafo do Levantamento,
	Y= -285 704,347 m	 PAULO RENATO TEIXEIRA DE CARVALHO		 PAULO RENATO TEIXEIRA DE CARVALHO

*Datum [Portugal Continental: ETRS89 / Regiões Autónomas: ITRF93 / Outro]

**Sistema de Projeção [Portugal continental: PT-TM06 – ETRS89 ou UTM (Fuso 29) / Arquipélago dos Açores: PTRAO8-UTM25 (Grupo Ocidental); PTRAO8-UTM26 (Grupo Central e Oriental) / Arquipélago da Madeira: PTRAO8-UTM28 / Outro]

Parâmetros de qualidade		Esquema e imagens		
Tipo de solução	NA			
σ_x (m)	NA			
σ_y (m)	NA			
ρ (m)	NA			
RDP (m)	NA			
CIG (m)	NA			
Descrição da coordenação				
Designação		Pontos (estação – visado)	Azimute / ângulo (GGG MM SS,SSS)	Distância (m)
Visadas utilizadas	Diretas	Ref_estoi_igreja – M3	93° 07' 20"	20,60
	Inversas			
Observações		...\202201_LTH_Faro_Olhao\Dados\COORD\AN\IgrejaEstoi\Relatorio\RelatorioAjusteRede.pdf		

APÊNDICE G-1
EVOLUÇÃO BATIMÉTRICA

1. Evolução batimétrica

1.1. Superfície de diferenças

A fim de verificar a evolução batimétrica na área de sondagem, foi calculada uma superfície de diferenças entre o MB resultante deste LH (com resolução de 0,25 m) e o MB resultante do LH realizado em 2010¹ (com resolução de 1 m), obtendo-se os resultados descritos na tabela G-1-I e ilustrados na figura G-1-1.

Tabela G-1-I – Parâmetros estatísticos da superfície de diferenças.

Parâmetro	Valor
Número de comparações	76 839
Média das diferenças ²	- 0,105 m
Desvio padrão	0,254 m
Diferença mínima	-1,502
Diferença máxima	1,971

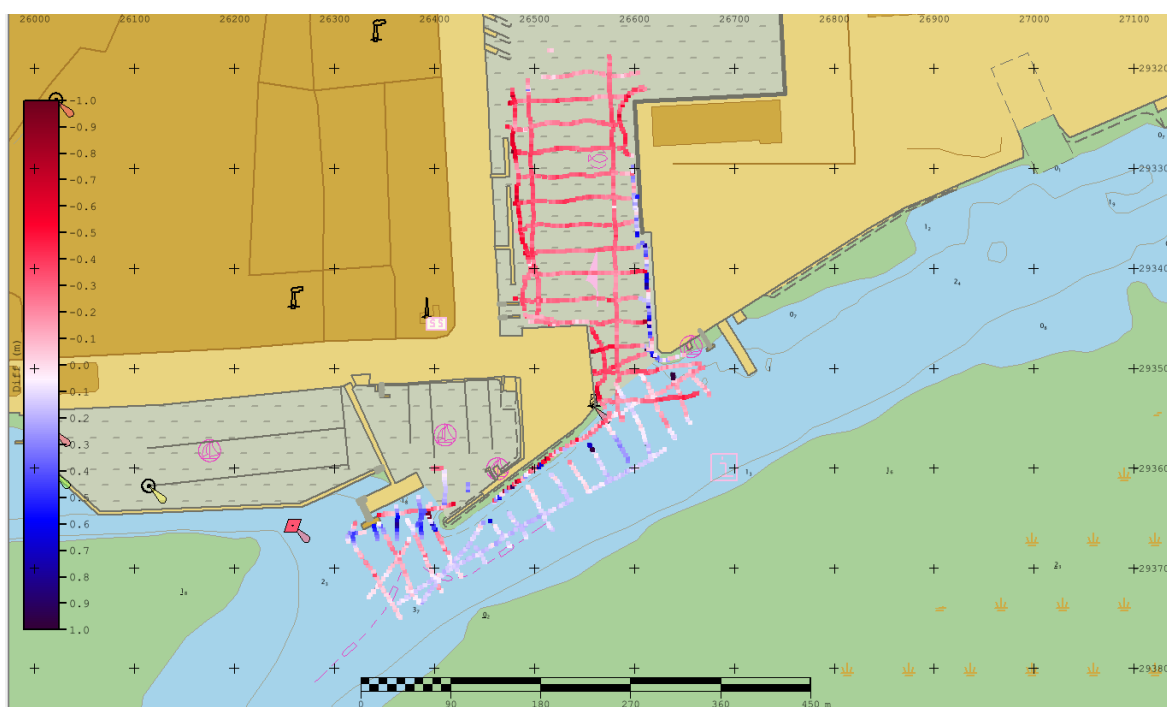


Figura G-1-1 – Superfície de diferenças (em metros) entre o LH atual e o realizado em 2010.

1.2. Superfície de diferenças

A fim de verificar a evolução batimétrica na área de sondagem, foi calculada uma superfície de diferenças entre o MB resultante deste LH e o MB interpolado³ resultante do

¹ LH com SFS de ordem 1b realizado com a embarcação de sondagem *Azinhiera* e um bote semi-rígido, posicionamento DGPS.

² Valor negativo significa diminuição de profundidade do LH anterior para o atual.

³ Com base no MB do tipo SDTP resultante do LH, foi criado um TIN, a partir do qual foi gerado um MB interpolado, com 1 m de resolução.

LH realizado em 2017⁴, obtendo-se os resultados descritos na tabela G-1-II e ilustrados na figura G-1-2.

Tabela G-1-II – Parâmetros estatísticos da superfície de diferenças.

Parâmetro	Valor
Número de comparações	385 789
Média das diferenças ⁵	-0,051 m
Desvio padrão	0,112 m
Diferença mínima	-0,797
Diferença máxima	1,184

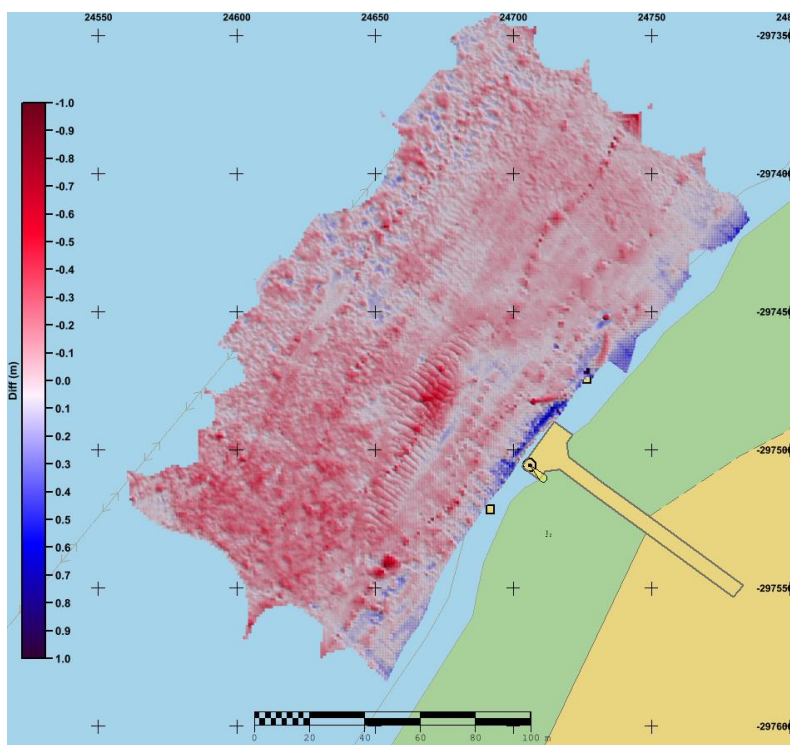


Figura G-1-2 – Superfície de diferenças (em metros) entre o LH atual e o realizado em 2017.

1.3. Superfície de diferenças

Para efeitos de visualização a fim de verificar a evolução batimétrica na área de sondagem do canal de Faro e Barra Nova, este canal foi dividido em duas subáreas. Foi calculada uma superfície de diferenças entre o MB resultante deste LH e o MB resultante do LH realizado em 2019⁶, obtendo-se os resultados descritos na tabela G-1-III e ilustrados

⁴ LH de ordem 1b realizado com a embarcação de sondagem *Bote*, posicionamento DGNS RTK e SFS ODOM ECHOTRAC CV100.

⁵ Valor negativo significa diminuição de profundidade do LH anterior para o atual.

⁶ LH de ordem especial realizado com a embarcação de sondagem *Mergulhão*, posicionamento DGNS RTK e KONGSBERG EM2040C.

nas figuras G-1-3 e G-1-4. A análise da evolução batimétrica no canal de Faro encontra-se descrita nas tabelas G-1-IV e G-1-V.

Tabela G-1-III – Parâmetros estatísticos da superfície de diferenças Canal de Faro.

Parâmetro	Valor
Número de comparações	6 429 190
Média das diferenças ⁷	0,023 m
Desvio padrão	0,595 m
Diferença mínima	-7,802
Diferença máxima	6,465

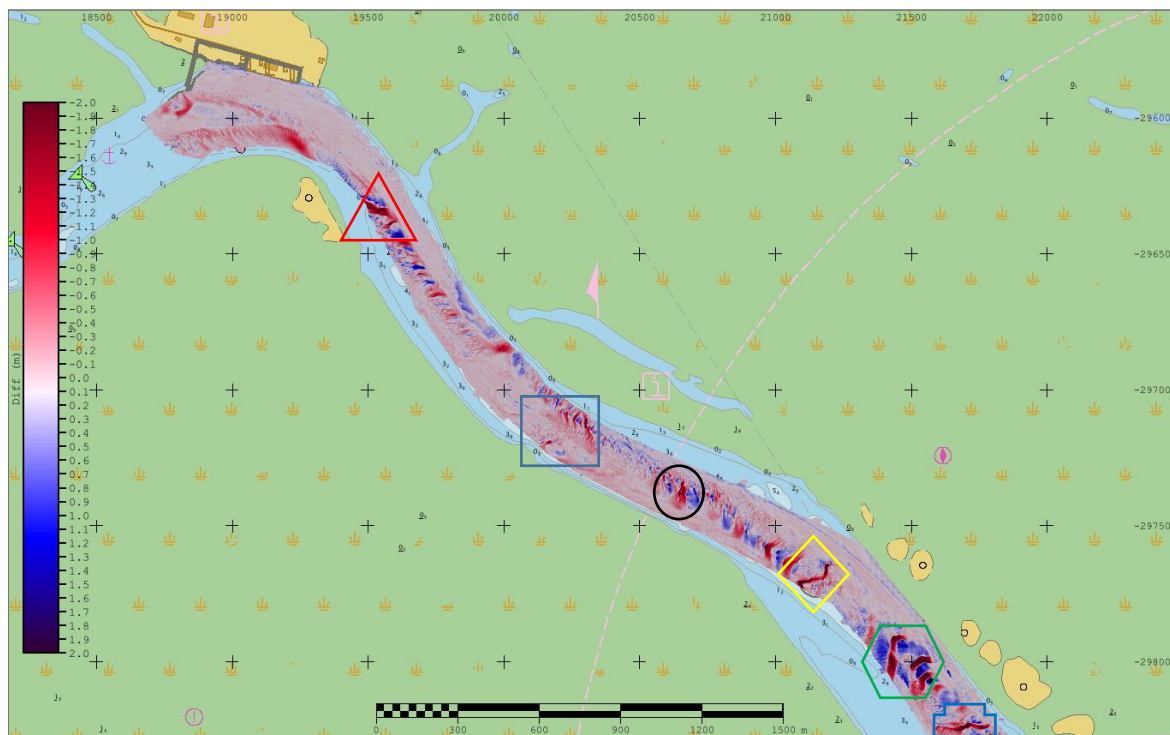


Figura G-1-3 – Superfície de diferenças (em metros) entre o LH atual e o realizado em 2019 no Canal de Faro na área 1.

Tabela G-1-IV – Análise de evolução batimétrica no canal de Faro na área 1.

	Assoreamento na ordem de 2,5 m com perda de profundidade. Profundidade local de 3 m.
	Assoreamento na ordem de 2 m com perda de profundidade. Profundidade média local de 7 m.
	Assoreamento na ordem de 2,5 m com perda de profundidade. Profundidade média local de 10 m.
	Assoreamento na ordem de 4,4 m com perda de profundidade. Profundidade média local de 10 m.
	Assoreamento na ordem de 4 m com perda de profundidade. Profundidade média local de 8 m.
	Assoreamento na ordem de 4,7 m com perda de profundidade. Profundidade média local de 8 m.

⁷ Valor negativo significa diminuição de profundidade do LH anterior para o atual.

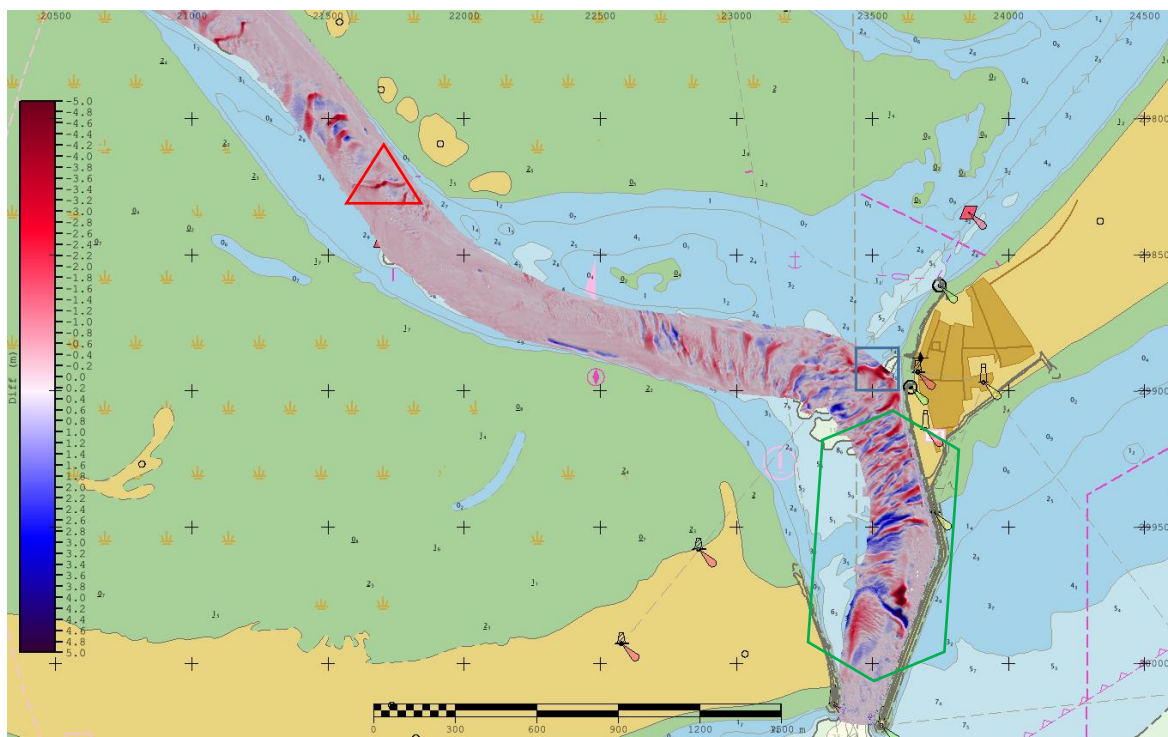





Figura G-1-4 – Superfície de diferenças (em metros) entre o LH atual e o realizado em 2019 no Canal de Faro na área 2.

Tabela G-1-V – Análise de evolução batimétrica no canal de Faro e Barra Nova na área 2.

	Assoreamento na ordem de 4,7 m com perda de profundidade. Profundidade local de 8 m.
	Assoreamento na ordem de 4 m com perda de profundidade. Profundidade média local de 3 m.
	Muita dinâmica com alteração da localização das dunas sempre que se altera a maré, isto deve-se à forte corrente que se forma na junção dos dois canais. Verificam-se alterações na ordem dos 4 m nos locais mais a vermelho com perda de profundidade. Em fundos com profundidade média superiores a 10 m.

1.4. Análise

A comparação entre o LH atual e os LH anteriores evidenciam o seguinte:

- Diminuição da profundidade na ordem dos 0,30 m na entrada e interior da Doca de Olhão;
- No canal de Faro e Barra Nova foi apenas alertado os locais onde a evolução batimétrica represente perigo para a navegação;
- No canal de Faro e Barra Nova, verificam-se alterações mais profundas a norte da área devido à confluência dos dois canais: Faro e Olhão que faz aumentar a corrente e consequentemente promove maior dinâmica nas dunas de areia. Algumas alterações verificam-se no mesmo dia em fases de maré distintas.

APÊNDICE G-2
COMPARAÇÃO COM A CARTOGRAFIA EM VIGOR

1. Comparação com a carta eletrónica de navegação

Foi efetuada uma avaliação da necessidade de atualização cartográfica (ANAC), baseada na comparação entre os MB¹ resultantes deste LH e as isóbatas representadas na CEN PT526311 – Barra e Portos de Faro e Olhão.

1.1. PT526311 – Comparação com o MB relativo ao LH com SMF

A comparação entre o MB do LH e as isóbatas representadas na CEN PT526311 encontra-se ilustrada nas figuras G-2-1 a G-2-6.

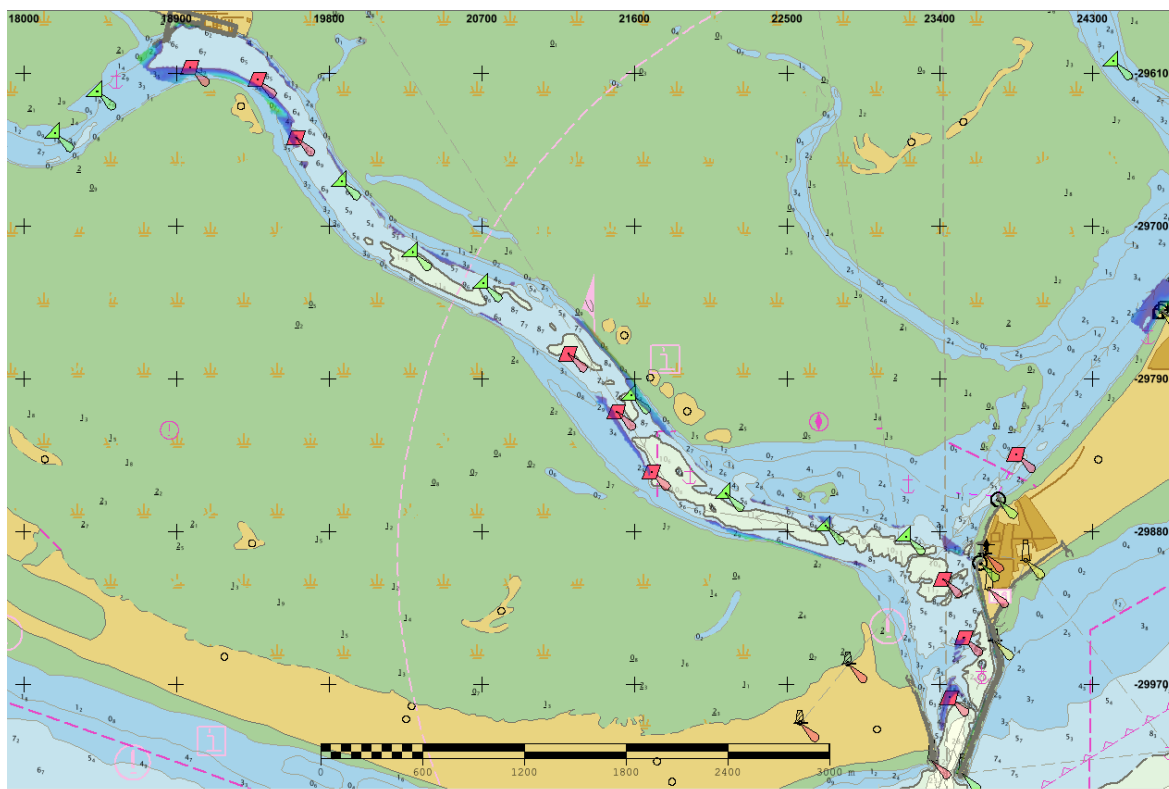


Figura G-2-1 – MB dos 0 aos 5 m sobre a CEN PT526311.

Não foram detetadas diferenças assinaláveis na isobatimétrica dos 5 m.

¹ Isóbatas criadas a partir de:

- MB do tipo CUBE relativo ao LH com SMF, com resolução de 0,25 e 0,50 m;
- MB interpolado a partir uma superfície TIN criada sobre o MB do tipo SDTP relativo ao LH com SFS, com 2 m de resolução.

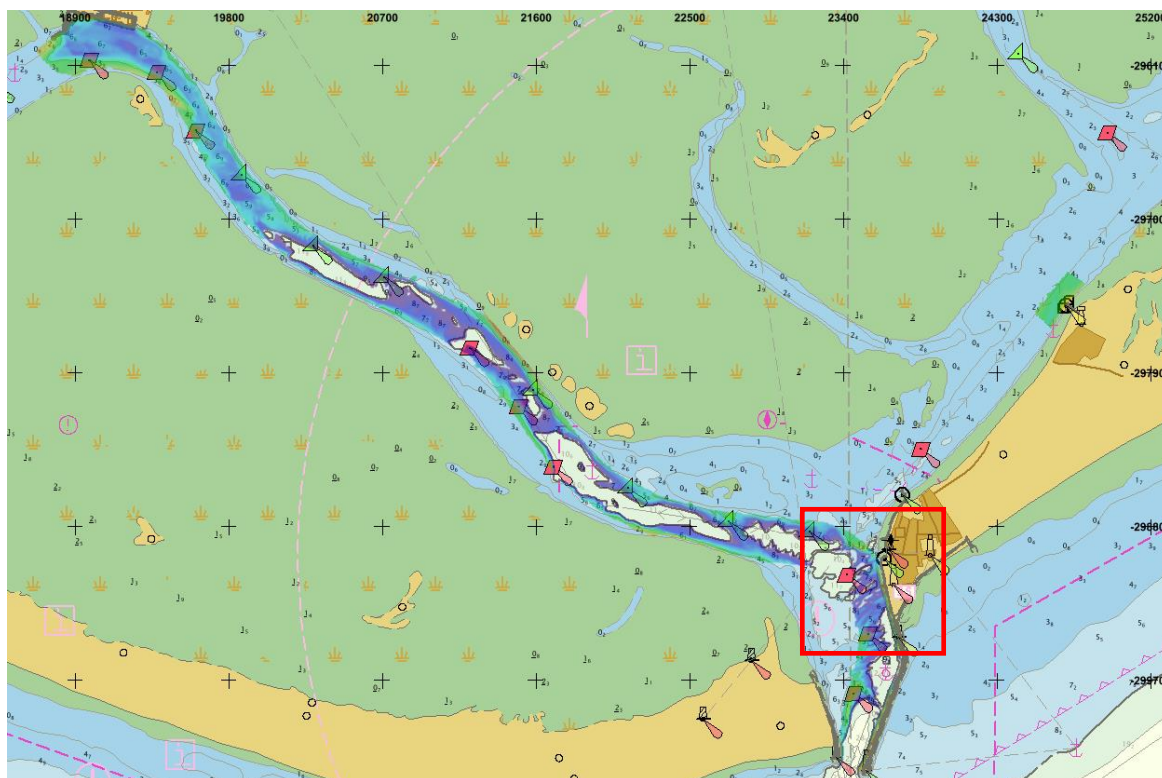


Figura G-2-2 – MB dos 0 aos 10 m sobre a CEN PT526311.

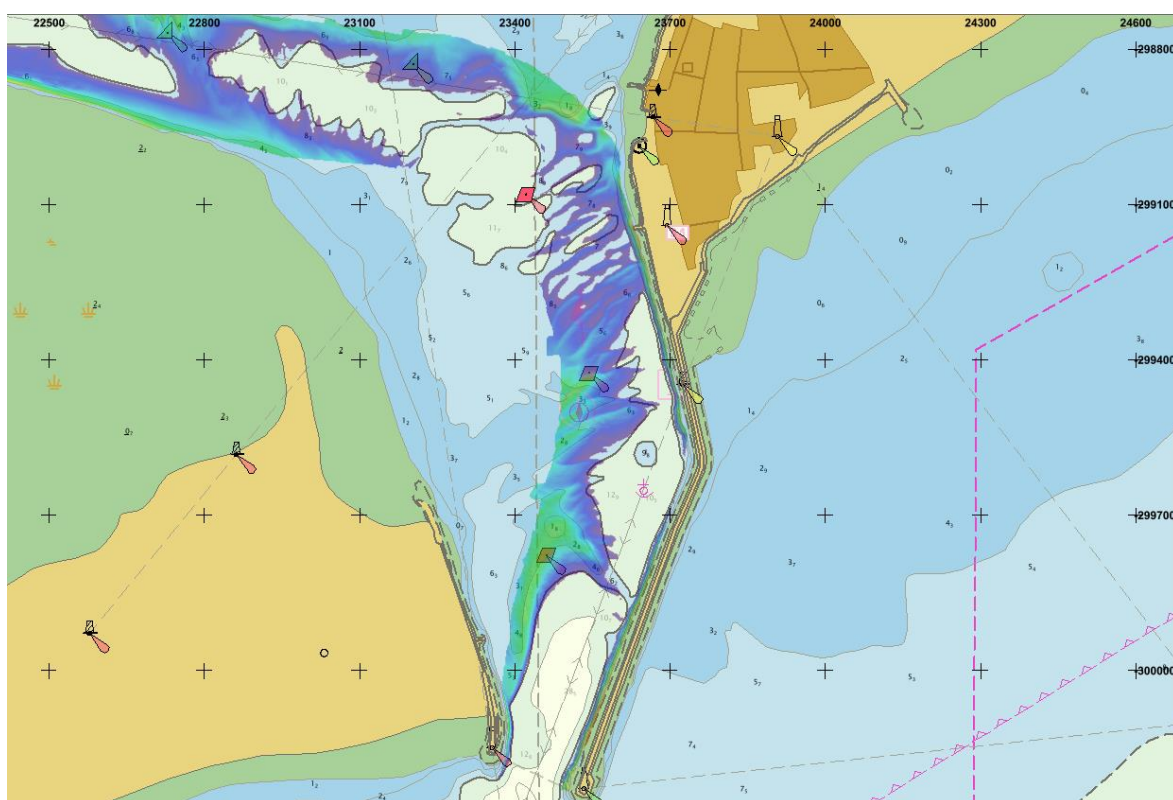


Figura G-2-3 – Plano de pormenor do MB dos 0 aos 10 m sobre a CEN PT526311.

Não foram detetadas diferenças assinaláveis na isobatimétrica dos 10 m, a área de maior evolução regista pequenas diferenças como se pode verificar na figura G-2-3.

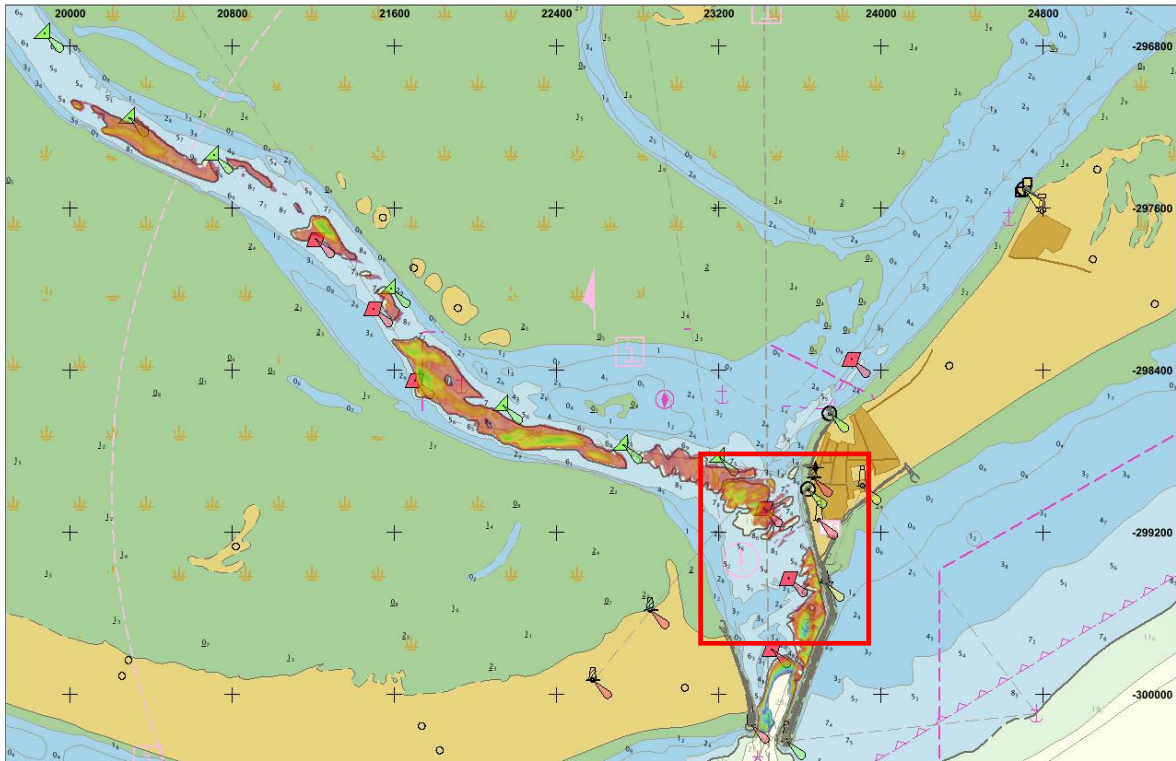


Figura G-2-4 – MB dos 10 aos 20 m sobre a CEN PT526311.

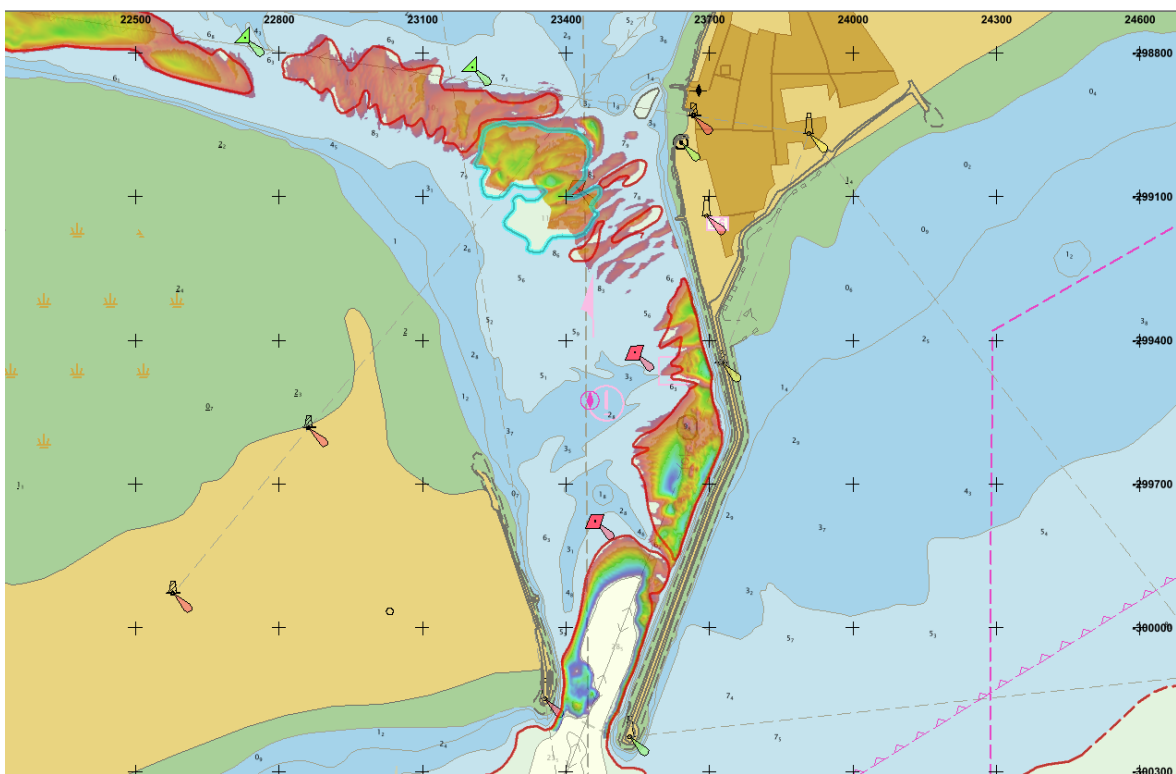


Figura G-2-4 – Plano de pormenor do MB dos 10 aos 20 m sobre a CEN PT526311.

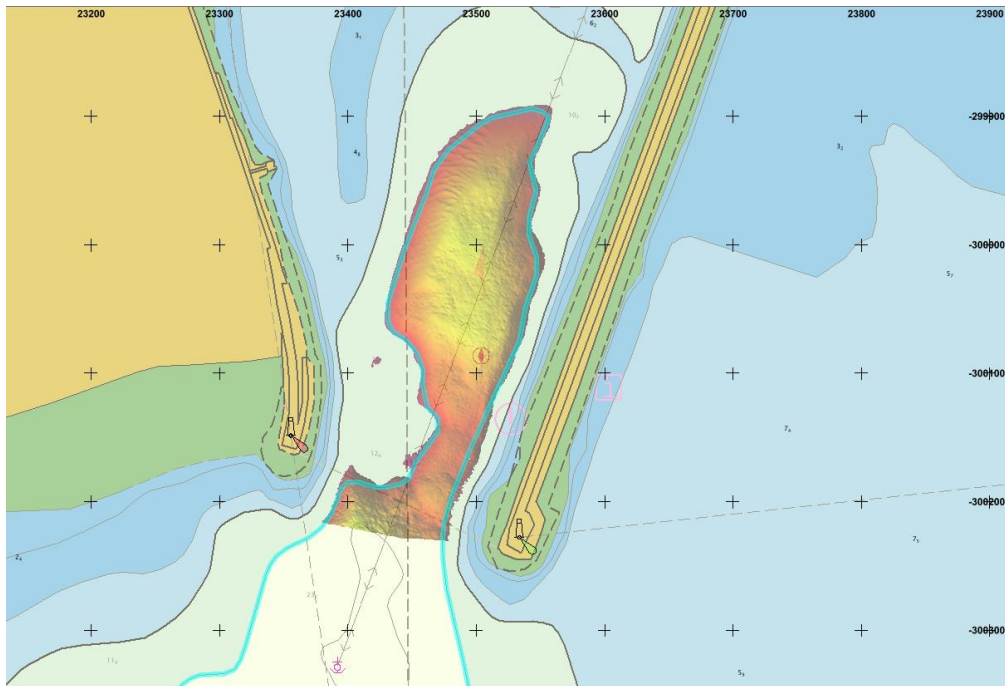


Figura G-2-5 – Plano de pormenor do MB dos 20 aos 50m sobre a CEN PT526311.

Não foram detetadas diferenças assinaláveis na isobatimétrica dos 20 m, a área de maior evolução regista pequenas diferenças como se pode verificar na figura G-2-5.

1.2. PT526311 – Comparação com o MB relativo ao LH com SFS

A comparação entre o MB do LH e as isóbatas representadas na CEN PT526311 encontra-se ilustrada na figura G-2-7.

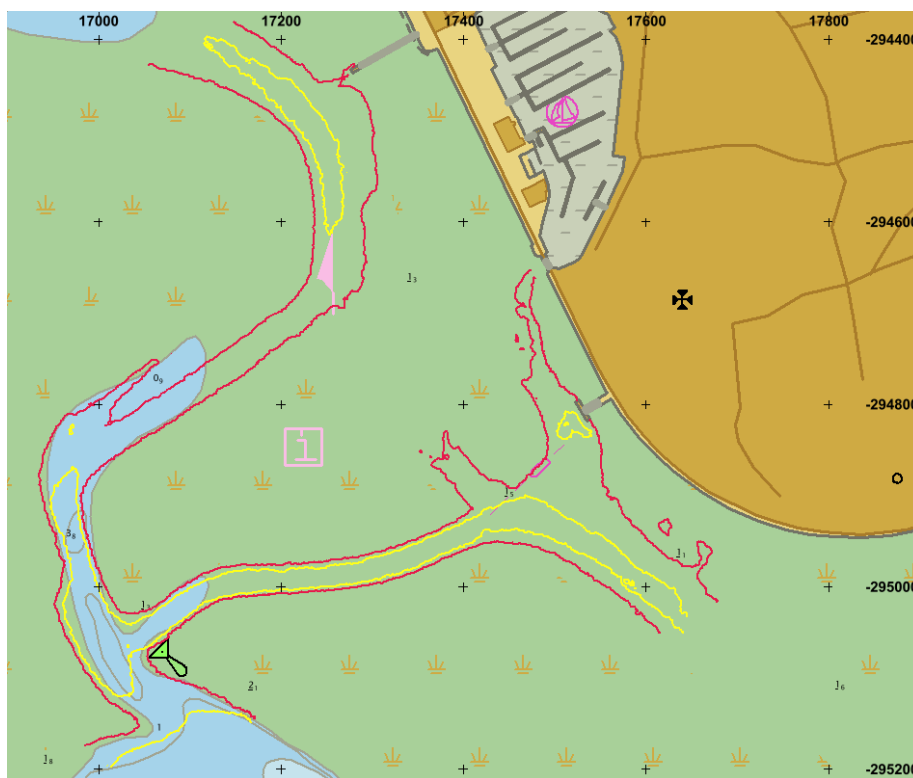


Figura G-2-7 – Comparação com as isóbatas dos 0 m (a vermelho) e dos 2 m (a amarelo).

2. Comparação com a carta de navegação

Foi efetuada uma ANAC, baseada na comparação entre o MB² resultante do LH com SFS e a CN 26311 – Barra e Portos de Faro e Olhão, por se ter denotado um desvio dos canais relativamente ao tracejado representado na CN (figura G-2-8).



Figura G-2-8 – Comparação do MB com o tracejado dos canais representado na CN 26311.

² MB interpolado a partir uma superfície TIN criada sobre o MB do tipo SDTP relativo ao LH com SFS, com 2 m de resolução.

APÊNDICE H
VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

1. Perfis de velocidade de propagação do som

Na execução deste levantamento foram efetuados os perfis¹ descritos na tabela H-I.

Tabela H-I – Perfis de velocidade de propagação do som.

Ficheiro (.asvp)	Latitude (°)	Longitude (°)	Profundidade (m)	Velocidade PROBE ² (m/s)	Velocidade SVP ³ (m/s)	Regime Maré
20220126_0959	36,97705	7,86850	8,00	1 509,50	1 509,50	VAZANTE
20220126_1340	37,00181	7,91898	8,10	1 503,30	1 503,10	VAZANTE
20220126_1548	37,01767	7,94053	1,60	1 504,90	1 504,40	ENCHENTE
20220127_0855	37,01767	7,94054	3,10	1 501,00	1 500,60	PREIA-MAR
20220127_0947	37,00109	7,02199	11,00	1 505,60	1 505,50	PREIA-MAR
20220128_0858	37,00053	7,91526	11,00	1 504,40	1 504,20	ENCHENTE
20220131_1344	36,99931	7,91343	10,00	1 511,20	1 511,20	ENCHENTE
20220131_1508	36,99466	7,91040	11,00	1 511,70	1 511,60	VAZANTE
20220201_0908	36,98258	7,89022	12,00	1 507,00	1 506,90	ENCHENTE
20220201_1416	37,02423	7,83516	4,50	1 506,00	1 505,80	ENCHENTE
20220201_1531	37,02207	7,83661	7,00	1 508,70	1 508,90	VAZANTE
20220202_0951	36,98846	7,85859	3,80	1 506,10	1 505,60	ENCHENTE
20220202_1037	36,98904	7,85663	4,80	1 507,70	1 507,80	ENCHENTE
20220202_1419	36,98129	7,99921	15,00	1 511,70	1 511,80	ENCHENTE
20220202_1541	36,97650	7,88291	17,00	1 511,80	1 511,80	PREIA-MAR
20220203_0953	36,96657	7,86946	22,00	1 508,80	1 508,50	BAIXA-MAR
20220203_1108	36,96524	7,86992	21,00	1 510,50	1 511,50	ENCHENTE
20220203_1411	36,97061	7,86832	12,00	1 511,10	1 511,20	ENCHENTE
20220203_1632	36,97444	7,87098	15,46	1 511,10	1 511,20	PREIA-MAR
20220204_0908	36,97671	7,88216	15,00	1 510,00	1 511,10	VAZANTE
20220204_1057	36,97525	7,87361	12,00	1 510,00	1 509,80	ENCHENTE

¹ Perfis disponíveis em: ...\\202201_LTH_Faro_Olhao\PFinais\SVP.

² Profundidade: 0,644 m.

³ Id.